

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**Evaluación de tres métodos analíticos para determinar la disponibilidad de nitrógeno en
el suelo y su correlación con el índice de verdor y clorofila en el maíz.**

**Disertación previa a la obtención del título de Licenciada en Ciencias Químicas
especialización en Química Analítica**

YADIRA ELIZABETH FLORES PAZMIÑO

Quito, 2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que la disertación de Licenciatura en Ciencias Químicas, especialidad Química Analítica, de la candidata Yadira Elizabeth Flores Pazmiño, ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Fecha: 05 de noviembre del 2012

Lcda. Carlota Córdova

Directora de la Disertación

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios y a toda mi familia, en especial a mis padres, quienes me han brindado las herramientas para cumplir mis objetivos, ya que con su amor y apoyo constante me regalaron día a día las fuerzas para seguir adelante. Así como le agradezco infinitamente a mi abuelita, por haber estado junto a mí en todo momento, especialmente en los momentos más difíciles, a pesar de mi ingratitud.

A mis compañeros y amigos (mishu, quique, andre, tefa, xime, santy, fer, adrian, fernis), a quienes quiero muchísimo, y en todo momento fueron un gran apoyo desde el momento en que los conocí. No pueden faltar esos grandes amigos del Colegio Benalcázar, quienes hasta el día de hoy han demostrado que el pasar del tiempo no daña una amistad verdadera.

Gracias a esa persona especial que me ha apoyado siempre, a pesar de todos los malos momentos.

Con mucho gusto, agradezco a la Dra. Soraya Alvarado, Directora del Departamento de Suelos – INIAP, quien compartió sus conocimientos y esfuerzos en la realización de la presente disertación.

Finalmente, me queda agradecer a la Escuela de Ciencias Químicas de la PUCE, en especial a la Licenciada Carlota Córdova, quien ha brindado su guía, para la culminación de la presente.

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo fue el evaluar tres métodos de análisis confiables que permiten determinar la disponibilidad de nitrógeno (N) en el suelo, con el fin de que los mismos constituyan una herramienta eficaz para las recomendaciones agronómicas, para así, contribuir al mejoramiento del cultivo de maíz, como parte del proyecto financiado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) e International Plant Nutrition Institute (IPNI), cuyos resultados fueron presentados en el Congreso del Suelo, celebrado en la ciudad de Santo Domingo de los Tsachilla.

Para el efecto, se instaló un ensayo de maíz en el cantón Chimbo, provincia de Bolívar; en el cual se incluyó tres repeticiones, cada una con cinco niveles distintos de aporte de nitrógeno (Urea) desde 0 a 200 KgN/Ha (kilogramo de nitrógeno por hectárea). En dicho ensayo se tomó medidas de altura de la planta, índice de verdor y clorofila en distintas etapas fisiológicas del maíz.

Por otro lado, también se realizaron muestreos de suelos, quince días después de la aplicación de urea y una última a la cosecha; las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, con lo que se pudo observar la dinámica que tuvo el N en el ensayo de maíz.

Los resultados obtenidos, indican que el mayor rendimiento del cultivo se obtiene al aplicar 150 KgN/Ha, lo que quiere decir que la aplicación de 200 KgN/Ha, no solo que es desaprovechada, sino que constituye una posible fuente de contaminación a vertientes de aguas subterráneas debido a posibles infiltraciones. Adicionalmente, constituye un gasto innecesario para el agricultor, quien no ve reflejado en el rendimiento del cultivo, la aplicación de grandes cantidades de urea.

Finalmente, los resultados de determinación del contenido de N, son similares tanto para los métodos de análisis utilizados en campo como para los métodos utilizados en laboratorio, lo que permite validar agronómicamente los métodos de análisis químico con el uso de la tabla de colores (medición de índice de verdor) y el medidor de clorofila, constituyendo, para el agricultor común, una herramienta fácil de aplicar en el mejoramiento de su cultivo.

ABSTRACT

The main goal of this study of thesis was to evaluate three methods of reliable analysis for determining the availability of nitrogen in the soil, in order that these methods constitute an effective tool for agronomic recommendations, thus, to contribute the crop corn improvement, as part of the project funded by the INIAP and IPNI, that try to validate the same agronomic methods of nitrogen determination.

For this purpose, we installed a trial with a crop corn in Chimbo city, Bolivar province, which will be included in three replicates, each one with five different levels to fertilize with nitrogen (Urea) from 0 to 200 kg N / ha. In this assay was measured the plant height, degree of greenness and the chlorophyll in the different physiological stages in the corn.

Also, to carry out soils analysis, two weeks after application of urea and in the final of harvest the soli was analyzed at the Soil Laboratory of the Santa Catalina Experimental Station of the National Institute of Agricultural Research (INIAP), which could be observed the dynamics that had the Nitrogen in the crop corn assay.

The results obtained indicate that the highest crop yield is obtained in the application of 150 kg N / ha, which means that the application of 200 kg N / ha, is wasted, and it could be a potential source of contamination of groundwater due to possible leaks.

Additionally, it is an unnecessary expense for the farmer, who don't see reflected in crop yield, the application of large amounts of urea.

Finally, the results of determination of N, are similar for both methods, the analysis used in the field thus as the methods used in the laboratory, allowing agronomically validate methods of chemical analysis with the use of the color table (measurement degree of greenness) and the chlorophyll meter, constituting, for the common farmer, an easy tool to implement for improving the crop corn.

INDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos.....	i
Resumen.....	ii
Abstract.....	iv
Indice de contenidos.....	vi
Indice de tablas.....	ix
Indice de figuras.....	x
Lista de anexo.....	xi
Introducción.....	1
Capitulo I	
Importancia del análisis del nitrógeno en la agricultura.....	4
1.1. La química analítica en la agricultura.....	4
1.2. Nitrógeno (N).....	4
1.3. El papel del N en las plantas.....	5
1.4. Nitrógeno del suelo.....	6
1.5. Funciones y formas del N en las plantas.....	8
1.5.1. Ciclo del nitrógeno.....	8
1.6. Pérdidas del N del suelo.....	10
1.7. Eficiencia del uso del N en maíz.....	12
1.8. Importancia del N en la nutrición del maíz.....	12
1.9. Criterio del balance de nitrógeno para determinar las necesidades de fertilización.....	13
1.10. Deficiencia de nitrógeno en maíz.....	144
1.11. Fertilizantes nitrogenados.....	15

1.12. Secuencia de la absorción del nitrógeno en plantas.....	17
1.13. Efectos secundarios del abonado nitrogenado.....	188
1.14. Determinación del nitrógeno de los suelos.....	20
1.15. Determinación del nitrógeno asimilable en el suelo.....	21
1.16. Absorción del amonio y nitratos por las plantas.....	21
1.17. Análisis de Plantas.....	22
1.18. Determinación del nitrógeno total.....	22
1.19. Análisis para establecer un índice de nitrógeno disponible.....	23
1.20. Análisis del nitrógeno inicial.....	24

Capítulo II

Materiales y métodos.....	255
2.1. Muestras y reactivos.....	27
2.1.2. Equipos y materiales.....	306
2.2. Métodos de medición de nitrógeno.....	27
2.2.1 Metodología.....	27
2.2.1.1. Fase de campo.....	27
2.3. Factor en estudio.....	29
2.4. Variables de Campo.....	30
2.5. Procedimiento de análisis.....	33
2.5.1 Preparación de muestras de suelo.....	33
2.6. Método Semimicro kjeldhal para N total.....	33
2.7. Metodo INST para nitrógeno orgánico fácilmente mineralizable.....	355
2.8. Método fotolorimétrico para nitratos del ácido salicílico.....	36
2.9. Rendimiento de materia seca de tejidos.....	37

2.10. Extracción de nitrógeno.....	38
2.11. Rendimiento de grano.....	38
Capítulo III	
Resultados obtenidos.....	39
3.1. Resultados.....	39
3.2. Discusión de resultados.....	53
3.3. Fertilización nitrogenada y disponibilidad de N cuantificada por el análisis químico.....	54
3.4. Disponibilidad de N a través del tiempo y espacio.....	555
Capítulo IV	
Conclusiones y recomendaciones.....	57
4.1. Conclusiones.....	57
4.2. Recomendaciones.....	59
Bibliografía.....	60
Anexos.....	67

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.	Tratamientos aplicados al ensayo de campo.....	32
Tabla 2.2	Tabla de comparación de colores.....	33
Tabla 3.3.	Medición de clorofila.....	39
Tabla 3.4.	Medición del índice de verdor.....	40
Tabla 3.5.	Medición de altura.....	41
Tabla 3.6.	Medición de nitratos.....	42
Tabla 3.7.	Medición de INST.....	43
Tabla 3.8.	Medición de nitrógeno total.....	44
Tabla 3. 9.	Medición del rendimiento en el cultivo de maíz.....	59

INDICE DE FIGURAS

1.1. Ciclo del nitrógeno	12
1.2. Deficiencia de nitrógeno, en la hoja de maíz.....	14
1.3. Ingreso de nitrógeno a la planta	18
1.4. Esquema general del ciclo del N en agroecosistemas.....	19
2.4. Ubicación del ensayo en la provincia de Bolívar, cantón San José de Chimbo.....	29
2.5. Sitios de muestreo de suelos alrededor de la planta de maíz.....	33
3.6. Representación de la medición del índice de clorofila en los tipos de tratamiento, en el cultivo de maíz.....	45
3.7. Representación de la medición de índice de verdor, para los cinco tipos de tratamientos, en el cultivo de maíz.....	47
3.8. Representación de la medición de altura, en los cinco tipos de tratamiento, para el cultivo de maíz.....	47
3.9. Representación de la medición de NO_3^- , en los cinco tipos de tratamiento.....	48
3.10. Representación de la medición de N asimilable, por medio del método INST.....	49
3.11. Representación de la medición de nitrógeno total, por medio del TOC-NT.....	50
3.12. Representación del rendimiento obtenido, en el cultivo de maíz.....	51

LISTA DE ANEXOS

Anexo. 1. Curva de calibración para determinación de nitratos.....	65
Anexo 2.- Curva de calibración para la determinación de NT en TOC-NT.....	66
Anexo 3. Curva de calibración de determinación de nitrógeno mineralizable, por el método INST.	68
Anexo 4. Fotografías.....	68
Fotografía 1. Medición de índice de verdor y clorofila, en cultivo de maíz.....	68
Fotografía 2. Medición de altura de la planta de maíz.	69
Fotografía 3. Aporte de nitrógeno, utilizando urea.....	69
Fotografía 4. Instalación del cultivo de maíz.....	71
Fotografía 5. Muestreo de suelo.....	71
Fotografía 6. Analizador TOC-NT.....	71
Anexo 5. Resultados obtenidos en el analizador TOC-NT.....	69

INTRODUCCIÓN

El nitrógeno (N) es considerado uno de los nutrientes limitantes para alcanzar los mayores rendimientos en los cultivos. Este elemento se encuentra mayoritariamente formando parte de moléculas orgánicas, como los amino azúcares u otros compuestos, los cuales son muy estables. La liberación del N ocurre únicamente en condiciones que favorezcan la mineralización de la materia orgánica; sólo el 10% del N en el suelo se encuentra en formas inorgánicas (amonio, nitratos y nitritos) que son fácilmente asimilables por las plantas pero que también pueden perderse del suelo por filtración, erosión, y otros procesos [1].

En la provincia de Bolívar el cultivo de maíz es el más importante para la economía de los agricultores y constituye uno de los alimentos básicos en la dieta diaria de la población rural. Las zonas de producción de maíz suave, se ubican entre los 2200 a 2800 m de altitud, en los cantones de Guaranda, San José de Chimbo, San Miguel y Chillanes, en suelos con deficiencias de N y P principalmente y expuestos a la erosión causada por: agua, viento y la inducida por el hombre debido a las prácticas inadecuadas de manejo en suelos de ladera. Según resultados obtenidos en ensayos en maíz bajo el manejo de nutrientes por sitio específico se ha determinado que el N es el principal nutriente que limita la producción de maíz en la provincia de Bolívar, seguido por el fósforo. El rendimiento promedio de grano de Maíz se logra incrementar en 121% al fertilizar con una dosis de N de 120 kg/ha en relación al tratamiento sin fertilización nitrogenada [2].

La disponibilidad del N en el suelo es evaluada a través de métodos directos como el análisis químico del suelo y métodos indirectos como la cuantificación del índice de verdor (contenido de clorofila) de las plantas. En el primer caso, el análisis químico de N en el suelo sigue siendo objeto de estudio a nivel mundial debido a que sólo algunos de los métodos analíticos han sido satisfactorios para ciertos tipos de suelos. Una de las explicaciones para la ausencia de métodos analíticos que sean capaces de determinar el N disponible en el suelos es la inestabilidad en las formas químicas del N, las cuales están gobernadas por factores físico-químicos, biológicos y mineralógicos propios de cada suelo y que a su vez interaccionan con los factores ambientales [3].

En los últimos años se han reportado resultados satisfactorios en la evaluación de N disponible en una amplia gama de suelos a través del método “Illinois Soil Nitrogen Test” (ISNT) [4]. Este método cuantifica una fracción del N orgánico que es fácilmente mineralizable; por lo que serviría no sólo como un indicador del potencial de liberación de N a través de la mineralización; sino también como un indicador de calidad de suelo. Este análisis ha sido probado en suelos de Estados Unidos de Norte América y Argentina; demostrando resultados promisorios como herramienta de diagnóstico para la fertilización nitrogenada en maíz [5].

En cuanto al método indirecto para determinar la disponibilidad de N en el suelo se basa en la caracterización del color de las hojas, pues los síntomas de deficiencia de N tienen un característico color verde amarillento (clorosis). Actualmente, este método se constituye en una herramienta de diagnóstico para mejorar el manejo de N en los cultivos, especialmente en maíz [6].

El objetivo de la presente disertación es proponer herramientas adecuadas para la fertilización en cultivos de maíz, dando una guía práctica al agricultor, que ayude a obtener una buena producción agroeconómica en maíz, específicamente en la provincia de Bolívar. El presente ensayo se compone de dos fases. La primera: toma de variables y muestreo, que se realizó en el campo; y la segunda fase, consistió en un análisis y evaluación de resultados, en laboratorio.

Finalmente, el presente estudio permitirá validar una herramienta de diagnóstico de disponibilidad de N como alternativa para análisis químico de suelos, como es el uso del índice de verdor de las plantas; el cual podría ser tecnológicamente muy accesible para el agricultor, e igualmente garantizaría un manejo adecuado de la fertilización nitrogenada.

CAPITULO I

IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DEL NITRÓGENO EN LA AGRICULTURA

1.1. LA QUÍMICA ANALÍTICA EN LA AGRICULTURA

Tomando en cuenta que el objeto de la Química Analítica es la identificación y determinación de las especies químicas que integran una muestra, un mejor conocimiento de dichas especies químicas en cuanto a su composición, grado de pureza, etc., ha de contribuir a mejorar, las consecuencias deducidas de dicho conocimiento, lo que ya es objeto de estudio de otras ramas de la ciencias. Así por ejemplo en la agricultura, el análisis químico de los suelos permite conocer fórmulas racionales para la aplicación de fertilizantes, mientras que el análisis de las plantas permite conocer, seguir y corregir el estado de su nutrición. El análisis químico es así auxiliar indispensable para el manejo de cultivos [7].

1.2. NITROGENO

Al ser el Nitrógeno (N) parte esencial de todas las proteínas, éste se encuentra muy asociado al crecimiento, desarrollo y producción de las plantas [8].

En el suelo, el mayor compartimiento corresponde a las formas orgánicas de N, las que por acción de los microorganismos, convierten el N orgánico en formas minerales (NO_3^- , NH_4^+).

Un compartimiento de relevancia esta constituido por los vegetales y sus residuos (1,77%) y una muy pequeña fracción corresponde a los organismos y a las formas disponibles de N [9].

Para que el nitrógeno sea asimilable es necesario que se encuentre en forma inorgánica. La cantidad de nitrógeno asimilable del suelo sufre grandes variaciones. En un momento dado puede suponer 110 Kg por Ha y en otro momento puede haber descendido a casi cero [10].

El nitrógeno (N) es considerado como un nutriente limitante para alcanzar los mejores rendimientos en los cultivos de maíz; ya que éste se encuentra, en el suelo, mayoritariamente formando parte de las moléculas orgánicas, las cuales son muy estables lo que hace que la liberación del nitrógeno sólo pueda ocurrir en condiciones específicas que favorezcan la mineralización, lo que da como resultado un porcentaje menor al 10% de nitrógeno en formas inorgánicas (amonio, nitrato y nitrito); las cuales, son las formas fácilmente asimilables por las plantas.

1.3. EL PAPEL DEL NITRÓGENO EN LAS PLANTAS

El nitrógeno acelera el crecimiento de las plantas con grandes tallos y largos entrenudos del tallo, produciendo grandes cantidades de clorofila.

El contenido del nitrógeno en el tejido de la planta estará en pleno rendimiento. Un contenido de proteína más alto hace que la planta sea fuente de mejor forraje, alimentación y nutrición humana. Adicionalmente, las plantas usan de forma óptima el agua cuando tienen nitrógeno en una cantidad amplia.

Sin embargo, las plantas con demasiado contenido de nitrógeno no crecen adecuadamente. Los problemas asociados, promueven un crecimiento blando, débil y fácilmente perjudicable. Por ejemplo tallos débiles; así también es propensa a enfermedades e insectos por su frágil textura.

Un crecimiento blando retarda la madurez y la maduración de muchas cosechas [11].

1.4. NITRÓGENO DEL SUELO

Entre los elementos nutritivos para las plantas contenidos en el suelo, el nitrógeno es probablemente el que ha sido más estudiado. Y es que siendo pequeña la cantidad de nitrógeno contenida en el suelo, al mismo tiempo la extracción anual por las cosechas es muy importante; en ciertos momentos, el nitrógeno del suelo es demasiado soluble. Los efectos observados en las plantas por la aplicación de nitrógeno al suelo son muy marcados, y rápidos; de modo que pueden hacerse aplicaciones excesivas que resultan perjudiciales. En conjunto, el nitrógeno es un elemento que no solo debe conservarse en el suelo, también debe ser regulado [12].

Es así que en el suelo podemos encontrar nitrógeno orgánico, como proteína, ácidos nucleicos, azúcares, etc.; e inorgánico, como: NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- .

Sin embargo los porcentajes de nitrógeno, que naturalmente encontramos, en el suelo tienden a disminuir al incrementarse la temperatura de los suelos y al aumentar las precipitaciones atmosféricas [13].

Debido a que el nitrógeno es absorbido por las raíces de las plantas generalmente bajo las formas de NO_3^- y NH_4^+ para la fabricación de aminoácidos y proteínas esenciales, el gas N_2 tiene primero que ser convertido a una forma química disponible como el amonio (NH_4^+), el nitrato (NO_3^-), o el nitrógeno orgánico: urea ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$). La naturaleza inerte del N significa que el nitrógeno biológico disponible es, a menudo, escaso en los ecosistemas naturales. Esto limita el crecimiento de las plantas [14].

La tasa de crecimiento de las plantas, generalmente, es proporcional a la tasa a la cual se provee el nitrógeno. Si el suelo tiene deficiencia de nitrógeno, las plantas se vuelven altas y débiles, raquíticas y pálidas. Como suele aparecer en relativamente pequeñas cantidades el nitrógeno, junto con el fósforo, a menudo, se convierte en el nutriente que limita el crecimiento de las plantas, y, por consiguiente, limita la productividad. La asimilación del nitrógeno se diferencia en el hecho de que el ión nitrato se encuentra disuelto en la solución del suelo, mientras que gran parte del ión amonio está adsorbido sobre las superficies de las arcillas para permanecer en el suelo, sin embargo, y con frecuencia, el agua lava o "lixivia" el ión nitrato del suelo. Por lo que la mayor parte del nitrógeno en el suelo se ha de hallar en los horizontes superiores de este, y, como consecuencia, el nitrógeno puede drenarse fácilmente de los suelos cuando ocurre alguna perturbación.

1.5. FUNCIONES Y FORMAS DEL N EN LAS PLANTAS

1.5.1. FUNCIONES DEL N EN LAS PLANTAS

El contenido de N en las plantas varía desde 1 hasta un 5% y dicho nutriente es absorbido bajo la forma de NO_3^- y/o NH_4^+ . En suelos húmedos, templados y bien aireados la forma de N predominante es el NO_3^- , encontrándose en concentraciones muy superiores al NH_4^+ . Ambos iones se mueven hacia las raíces de las plantas por flujo basal y difusión. Previo a su uso, el NO_3^- debe ser reducido a NH_4^+ , lo que involucra tres procesos reductivos, necesarios para convertir el N- NO_3^- en N-aminoácidos [15].

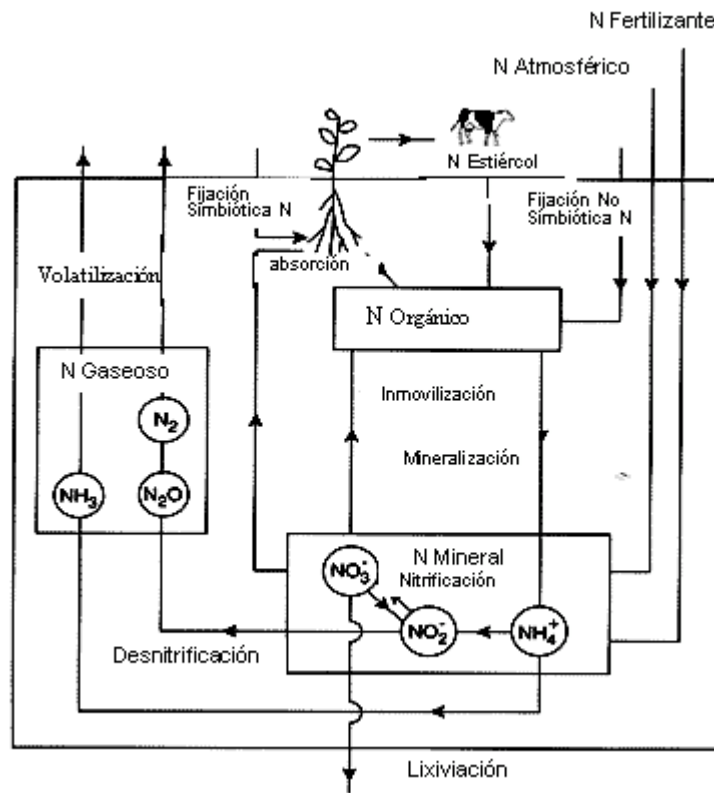
Los aminoácidos producidos son subsecuentemente incorporados dentro de las proteínas y ácidos nucleicos. Además de este rol el N, es parte integral de la molécula de clorofila, la cual absorbe la energía de la radiación solar, necesaria para la fotosíntesis. Un adecuado abastecimiento de N se traduce en elevadas tasas de división y diferenciación celular y en una alta actividad fotosintética [16].

1.5.2. CICLO DEL NITRÓGENO

En todos los suelos tiene lugar una considerada entrada y salida de nitrógeno en el año. El nitrógeno de los suelos arables tiene su origen en los residuos de las cosechas, los abonos

verdes, el estiércol, fertilizantes comerciales, y también sales como el amonio y nitratos en la lluvia. Además hay una fijación del nitrógeno atmosférico por acción de microorganismos.

Las pérdidas del nitrógeno del suelo están consideradas por las extracciones en las cosechas, el drenaje, la erosión y las pérdidas como gas. Una parte importante del nitrógeno agregado al suelo sufre muchas transformaciones antes de ser eliminado. Los residuos de las cosechas, abonos verdes, estiércol y otras sustancias orgánicas nitrogenadas, sufren transformaciones complejas tan pronto como se incorporan al suelo. Las proteínas dan distintos productos de descomposición y finalmente el nitrógeno que contienen aparece como un nitrato. Aún esta combinación no queda fijada, en reposo; es tomado por microorganismos y las plantas superiores, o bien se pierde agua en el drenaje o por volatilización. Y así continúan las transformaciones [17]. Estas transformaciones ocurren naturalmente. Sin embargo, la actividad antrópica puede influir sobre muchos de estos procesos a través de distintas prácticas de manejo de suelo y cultivo. El conocimiento de los procesos del ciclo del N y de cómo la actividad antrópica influye sobre los mismos, permite optimizar la producción de los cultivos sin afectar la calidad del ambiente [18].



Figurara 1.1. Ciclo del Nitrógeno

1.6. PÉRDIDAS DEL NITRÓGENO DEL SUELO

El nitrógeno desaparece del suelo a través de las siguientes formas:

- a) Volatilización
- b) Erosión
- c) Lixiviación
- d) Absorbido por los cultivos

Pueden existir también pérdidas de NH_3 gas, producido en la superficie inmediata. Las pérdidas serán lógicamente mayores si el suelo es alcalino. Los ácidos absorben fácilmente en NH_3 formando sales de amonio, pero la forma NH_4OH es inestable y se descompone en NH_3 y H_2O .

La volatilización de amoníaco, se genera en aplicaciones de urea o fertilizantes que contienen urea en su composición o aplicaciones de fertilizantes amoniacales en suelos con pH elevados. Cuando la urea se hidroliza en el suelo, se incrementa el pH alrededor de los gránulos del fertilizante alcanzando pH de 8.5 desplazando el equilibrio del amonio hacia el amoníaco, que se pierde como gas. Los otros factores que predisponen la pérdida por volatilización son la temperatura (mayores a 15-18 °C), dosis de nitrógeno, vientos, pH del suelo, etc. Una vez incorporado el fertilizante (ya sea por un implemento agrícola o por las lluvias y/o riego) la magnitud de la pérdida se reduce significativamente [19].

La lixiviación de nitratos, es el lavado de nitratos por el agua de percolación del suelo por debajo de la zona de aprovechamiento de las raíces. Para que se genere la misma es necesario un flujo vertical de agua en el perfil del suelo saturado provocado por lluvias intensas o el riego. Esta pérdida resulta más importante en suelos arenosos por la mayor movilidad vertical de los nitratos. Existen varios factores que inciden en forma integral en la magnitud de las pérdidas de nitrógeno por lixiviación de nitratos: tipo de suelo (textura, permeabilidad, etc.), cobertura de residuos o de cultivos; disponibilidad de nitratos en el suelo; intensidad de la lluvia y/o riego; etc. En términos generales, un excedente o balance positivo de agua en el

sistema suelo-planta determina una salida neta de nitratos fuera del sistema suelo-planta. La estrategia de manejo del fertilizante debería procurar aplicar el nitrógeno escapando a los eventos de lluvias intensas o en etapas en donde el cultivo comienza a consumir agua y nutrientes en forma más intensa. En el caso del maíz, a partir de los estadios de crecimiento: V6-7 (estadios de crecimiento, 6 a 7 hojas en su tallo) comienza una etapa de crecimiento activo y por ende esta etapa fenológica resultaría un buen momento para agregar nitrógeno. En aplicaciones a la siembra o de post-emergencia, de presentarse eventos de lluvias intensas (comunes en esta época) podrían reducir el aprovechamiento del nitrógeno fertilizado. En el caso de sistemas bajo riego, la lámina de agua aplicada no debería superar la demanda real de evapotranspiración del cultivo para evitar la migración de los nitratos fuera de la zona de aprovechamiento radical del cultivo [20].

1.7. EFICIENCIA DEL USO DEL NITRÓGENO EN MAÍZ

Los sistemas productivos que tratan de optimizar la producción de maíz, tienen en la eficiencia de la fertilización con nitrógeno una de las principales herramientas. Su importancia radica en que el fertilizante nitrogenado permite lograr incrementos de rendimientos significativos [21].

1.8. IMPORTANCIA DEL NITRÓGENO EN LA NUTRICIÓN DEL MAÍZ

Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la radiación

fotosintéticamente activa. Las deficiencias de nitrógeno se evidencian por clorosis (amarillamiento) de las hojas más viejas [22].



Figura 1.2. Deficiencia de nitrógeno, en la hoja de maíz.

1.9. CRITERIO DE BALANCE DE NITRÓGENO PARA DETERMINAR LAS NECESIDADES DE FERTILIZACIÓN

La oferta de nitrógeno para cubrir las necesidades nitrogenadas proviene de varios componentes:

1. Nitrógeno de nitratos disponible a la siembra (N-NO_3^- disponibles de 0-60 cm)
2. Nitrógeno mineralizado de la materia orgánica humificada: la cantidad de nitrógeno mineralizado durante el ciclo del cultivo varía según temperatura, humedad y tipo de suelo.
3. Nitrógeno del fertilizante: en el caso de que el nitrógeno inicial medido por análisis de suelos a la siembra (nitratos) y el nitrógeno mineralizado desde la materia orgánica humificada sean inferiores al requerido por el cultivo se deberá fertilizar la diferencia para mantener el balance en equilibrio (oferta de nitrógeno=demanda de nitrógeno). El

manejo del fertilizante debería contemplar qué pérdidas de nitrógeno se pueden presentar y diseñan la estrategia de fertilización que minimice la incidencia global de las mismas [23].

1.10. DEFICIENCIA DE NITROGENO EN MAÍZ

Todo agricultor dedicado al cultivo del maíz debe ser capaz de reconocer los signos de peligro y para esto debe revisar el campo varias veces durante el ciclo de crecimiento. Las deficiencias de nutrientes que se presentan cuando el maíz es joven frecuentemente pueden ser corregidas por medio de una aplicación de fertilizante en cobertera. El síntoma de deficiencia de N aparece como un amarillamiento que comienza en la punta y que se expande por la mitad de la hoja. Esta deficiencia, no es fácil de detectar en las etapas tempranas de crecimiento y los síntomas severos rara vez aparecen antes que la planta haya llegado a la altura de la rodilla. Sin embargo, existe escasez de nitrógeno si las plantas jóvenes tienen una apariencia verde amarillenta en las puntas de las hojas bajas que gradualmente se expande entre las nervaduras y que luego continúa en las hojas más altas en la planta, en contraste con el verde intenso de las plantas saludables.

Esto generalmente se puede corregir por medio de la aplicación de fertilizantes. En el momento que el maíz llega a la altura de la rodilla, es en esta etapa que muchos campos de maíz se quedan sin nitrógeno. Cuando el maíz ha alcanzado este tamaño es ya muy tarde para la aplicación de fertilizante, pero conociendo el problema, la fertilización del cultivo en el

próximo ciclo puede planificarse adecuadamente. La deficiencia de nitrógeno resulta en clorosis (amarillamiento) de las hojas debido a la presencia de cantidades reducidas de clorofila. Este amarillamiento se inicia en las hojas más viejas y luego se desarrolla en las jóvenes, cuando la deficiencia comienza a ser severa.

Es esencial durante todo el ciclo de crecimiento. Si a la planta se le acaba el nitrógeno en momentos críticos, las mazorcas son pequeñas, el contenido de proteínas es bajo y los granos en la punta de la mazorca no se llenan.

Cantidades adecuadas de nitrógeno producen hojas de color verde oscuro, debido a que estas tienen una alta concentración de clorofila.

El pigmento verde de la clorofila absorbe la energía de la luz necesaria para iniciar la fotosíntesis. El maíz fertilizado adecuadamente con nitrógeno tendrá menor contenido de humedad en el grano a la cosecha que aquel maíz con insuficiente cantidad de nitrógeno [24].

1.11. FERTILIZANTES NITROGENADOS

A principios del siglo XX, un científico alemán llamado Fritz Haber descubrió como acortar el ciclo del nitrógeno fijando químicamente el nitrógeno a altas temperaturas y presiones, creando así fertilizantes que podían ser añadidos directamente al suelo. Esta tecnología se extendió rápidamente durante el último siglo. Junto al advenimiento de nuevas variedades de cultivo, el uso de fertilizantes de nitrógeno sintético ha traído un enorme crecimiento en la productividad agrícola [25].

El agregado de N a través de los fertilizantes representa el principal aporte de N en sistemas agrícolas. El N puede ser aportado a través de diferentes tipos de fertilizantes: inorgánicos, orgánicos, órgano-minerales.

La industria de los fertilizantes dispone de una amplia gama de fertilizantes nitrogenados entre los más usados, tenemos a la Urea, la cual es un sólido blanco cristalino soluble en agua que se presenta en forma perlada o granulada. Par ser utilizada, la urea es sometida a la amonificación (formación de NH_4^+) y nitrificación previas, por los microorganismos y plantas.

Los fertilizantes químicos inorgánicos presentan su N en forma de nitrato o amonio, dependiendo del tipo de fertilizante, los cuales siguen los mismos modelos de reacción que el nitrógeno liberado por los procesos bioquímicos a partir de residuos de plantas.

En cuanto a la reacción de los fertilizantes en el suelo, podemos diferenciar una reacción inicial (que depende de la forma química del fertilizante) y una reacción final, en donde comienzan a incidir procesos de suelo como la nitrificación. En el caso del fertilizante: Urea, podemos observar que hay fertilizantes que tienen una reacción inicial alcalina [26].

La reacción final, en el caso de los fertilizantes nitrogenados tiene que ver con las transformaciones que puede sufrir el amonio o nitrato liberado luego de la reacción inicial. Así, el amonio es rápidamente nitrificado en el suelo, liberando protones, que acidifican el medio en donde reacciona el fertilizante. Por el contrario, el N de nitrato ya se encuentra químicamente reducido y puede, o bien absorberse por el cultivo o bien perderse por lixiviación o desnitrificación [27].

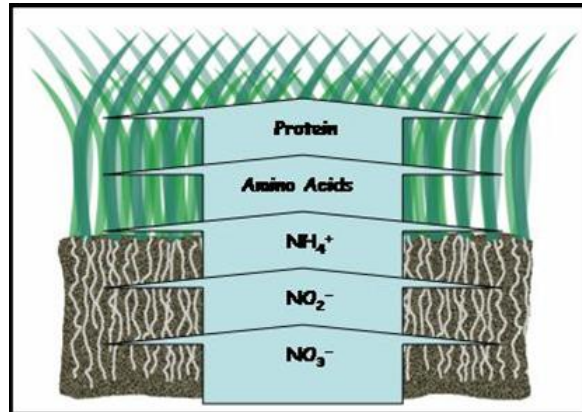


Figura 1.3. Ingreso de nitrógeno a la Planta

1.12. SECUENCIA DE LA ABSORCIÓN DEL NITRÓGENO EN PLANTAS

En suelos agrícolas, el amonio proveniente del fertilizante es rápidamente nitrificado, por lo cual muchas veces es más frecuente encontrar en suelos N en forma de nitratos en los análisis de suelos. El nitrato es un anión muy móvil en el suelo. Por ello, las formas de acceso al cultivo, es a través del flujo hídrico, determinado por la evapotranspiración del cultivo. Así, mientras las plantas agrícolas se encuentren en activo crecimiento (haciendo fotosíntesis y evapotranspirando) los nutrientes móviles como los nitratos, boratos y en menor medida los sulfatos, ingresarán al área de aprovechamiento radical y serán absorbidos por los cultivos [28].

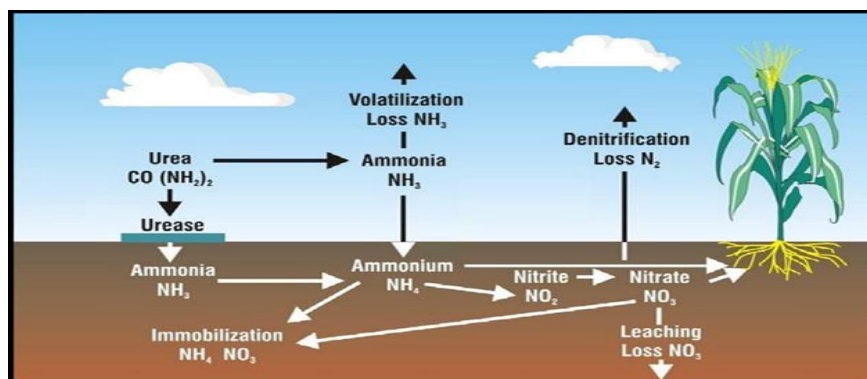


Figura 1.4. Esquema general del ciclo del N en agroecosistemas

1.13. EFECTOS SECUNDARIOS DEL ABONADO NITROGENADO

La aplicación de fertilizantes nitrogenados ha ayudado a un aumento significativo en la productividad agrícola la cual nos ha ayudado a alimentar a una población mundial en rápido crecimiento, pero el aumento de la fijación del nitrógeno también ha traído algunas consecuencias negativas, mismas que son muy serias y potencialmente dañinas para los humanos y otros organismos; ya que no todos los fertilizantes de nitrógeno aplicados a los campos de la agricultura se mantienen para alimentar los cultivos, algunos son barridos de los campos de agricultura por la lluvia o el agua de irrigación, y son lixiviados en la superficie o en el agua del suelo y pueden acumularse [29].

El problema ambiental más importante relativo al ciclo del N, es la acumulación de nitratos en el subsuelo que, por lixiviación, pueden incorporarse a las aguas subterráneas o bien ser arrastrados hacia los cauces y reservorios superficiales. En estos medios los nitratos también

actúan de fertilizantes de la vegetación acuática, de tal manera que, si se concentran, puede originarse la eutrofización del medio. En un medio eutrofizado, se produce la proliferación de especies como algas y otras plantas verdes que cubren la superficie. Esto trae como consecuencia un elevado consumo de oxígeno y su reducción en el medio acuático, así mismo dificulta la incidencia de la radiación solar por debajo de la superficie. Estos dos fenómenos producen una disminución de la capacidad autodepuradora del medio y una merma en la capacidad fotosintética de los organismos acuáticos [30].

La lixiviación de nitratos hacia el subsuelo puede contaminar los acuíferos subterráneos, creando graves problemas de salud si se consume agua rica en nitratos, debido a su transformación en nitritos por participación las bacterias existentes en el estómago y vejiga urinaria. A su vez los nitritos se transforman en ciertos compuestos cancerígenos (Nitrosaminas), que afectan al estómago e hígado [31].

La magnitud final de la lixiviación del nitrógeno va a depender del suelo, clima y del manejo del cultivo. El tiempo de aplicación del fertilizante influye sobre la eficiencia de uso del N. Las aplicaciones divididas, aplicando la mayor parte del N al comienzo del período de máxima absorción de N por el cultivo incrementa la eficiencia de recuperación de dicho nutriente, disminuyendo las pérdidas por lavado de NO_3^- .

Cuando la nitrificación es disminuida por algún factor de suelo, la aplicación de sales de amonio o urea produce menores pérdidas por lavado que la aplicación de sales nítricas. Sin embargo, si las condiciones son propicias para una elevada nitrificación no se producen diferencias entre las fuentes de N, trabajando en cultivos de maíz en suelos arenosos, informaron que la cantidad de nitratos lixiviados aumentó con el incremento en el agua de percolación y con la dosis de N. Es decir, que las pérdidas por lavado ocurren principalmente al comienzo de la estación de crecimiento. En este tipo de suelo se estimó que el N perdido por lavado fue del 18 al 30% del aplicado para una dosis de 90 y 180 kg de N ha⁻¹, respectivamente. En balance, para cultivos de maíz, las pérdidas de nitratos por lavado estimadas por medio del balance de N se incrementaron con la dosis del mismo y fueron mayores cuando el N fue aplicado al momento de la siembra respecto de la fertilización al estadio de V6.

1.14. DETERMINACIÓN DEL NITRÓGENO DE LOS SUELOS

Probablemente, todavía no se dispone de un método universalmente aceptado para medir la cantidad de nitrógeno asimilable de un suelo. Esto es debido a que del 97 al 99 % del nitrógeno del suelo está en forma orgánica no asimilable por las plantas, por lo que debe descomponerse por la acción de los microorganismos, a formas útiles.

La dificultad para desarrollar un método de análisis para el nitrógeno se ve además complicada por el hecho de que la velocidad a la cual los microorganismos descomponen la materia

orgánica es variable en función de la temperatura, humedad, aireación, tipo de materia orgánica, pH, etc. Por otro lado, La forma principal de nitrógeno asimilable (N-NO_3^-) está sujeto a pérdidas por drenaje, desnitrificación e inmovilización por microorganismos. Por esta razón, científicos intentan establecer un índice o guía de la facultad del suelo para nutrir con nitrógeno a la plantación [32].

1.15. DETERMINACIÓN DEL NITRÓGENO ASIMILABLE EN EL SUELO

La cantidad de nitratos producidos en estas condiciones de incubación, sirve como base para establecer la cantidad de nitrógeno que se debe agregar al suelo [33].

1.16. ABSORCIÓN DEL AMONIO Y DE LOS NITRATOS POR LAS PLANTAS

La planta puede reducir el NO_3^- absorbido a forma de NH_4^+ , que posteriormente se transforma en amino ($-\text{NH}_2$), quedando así en una forma apropiada para la formación de proteínas o sustancias similares.

Parte del NH_4^+ puede ser nitrificado antes de su absorción por el cultivo. También ejerce mucha influencia en el ion que se encuentra asociado con las formas NH_4^+ o NO_3^- . Así por ejemplo, al utilizar NaNO_3 o $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ intervendrán tanto los iones Na^+ y SO_4^- como los NH_4^+ y NO_2^- . A medida que las plantas tienden hacia el estado de madurez parece ser que

absorben más NO_3^- que NH_4^+ . Este comportamiento puede corresponder a una adaptación de la planta a las condiciones existentes en el suelo [34].

1.17. ANÁLISIS DE PLANTAS

El análisis de plantas es una herramienta interesante para evaluar o monitorear la nutrición del cultivo. La gran ventaja respecto del análisis de suelos es que integra los factores de clima y manejo que afectan al cultivo. Para ello se pueden determinar nutrientes en diferentes etapas fenológicas y en diferentes órganos de la planta (planta entera; hoja de la espiga en floración, etc.) y es posible comparar la concentración de nitrógeno con rangos de suficiencia de nutrientes internacionales o de calibración local. Otras tecnologías utilizadas son la determinación de nitratos en base de tallos, la utilización de índices de verdor (mediante clorofilómetros), etc. Todas las herramientas de diagnóstico deberían ser utilizadas en forma sistémica o integral para evaluar cuál de ellas se ajusta mejor a las necesidades técnicas, operativas y económicas de cada sistema de producción [35].

1.18. DETERMINACIÓN DEL NITRÓGENO TOTAL

Aun cuando el método de Kjeldahl ha sido modificado muchas veces, la determinación del nitrógeno total no es tan simple como se cree frecuentemente. Está sometido a muchas dificultades, alguna de las cuales pueden conducir a la obtención de resultados bajos. Por ejemplo, si la temperatura es demasiado baja (inferior a 360°C) la liberación es lenta

incompleta y si es demasiado alta (superior a los 410°C) pueden producirse pérdidas de NH_3 de la mezcla. Para asegurar la oxidación completa de la materia orgánica de los agregados más finos, especialmente en lo que normalmente requería el tamaño de la muestra [36]. La determinación del nitrogenado total (orgánico y amoniacal) es más usual realizarlo por el método de Kjeldahl.

El ataque del ácido sulfúrico a la muestra, solo es efectivo si la temperatura durante el proceso de digestión se mantiene entre 360 y 410 °C. Si se calienta demasiado rápido al inicio, parte del ácido se evaporará, con lo que aumentará la concentración de las sales disueltas y por ende el punto de ebullición del ácido, con lo que se producirían pérdidas de nitrógeno. También debe evitarse que la llama entre en contacto por encima del nivel del ácido.

1.19. ANÁLISIS PARA ESTABLECER UN ÍNDICE DE NITRÓGENO DISPONIBLE

Este tipo de análisis, de cara a predecir las necesidades de fertilizante nitrogenado necesario para una determinada plantación, sólo es práctico cuando existe una evidencia muy clara de que la cantidad de nitrógeno inorgánico es muy pequeña (menos de 2,5 ppm de N-NO_3^- , en una profundidad de por lo menos 60 cm).

Las formas Químicas incluyen la medida del amoníaco desprendido después de oxidar el suelo con permanganato o someterlo a hidrólisis con ácidos o bases. Con todo, el análisis mejor correlacionado con la respuesta de los cultivos es la determinación del nitrógeno total [37].

1.20. ANÁLISIS DEL NITRÓGENO INICIAL

Este tipo de determinación, para predecir las necesidades del fertilizante, ha ido aumentando en importancia, a través de los últimos años, hasta llegar, actualmente, a ser el mejor método para juzgar el abono necesario.

En condiciones normales, el paso del nitrito al nitrato es muy rápido. Por esto, la determinación del nitrógeno amoniacal, con el fin de predecir las necesidades del fertilizante, ha dado buenos resultados.

También sucede que este nitrógeno se mueve fácilmente en el suelo, por lo que el muestreo debe hacerse hasta 60 cm de profundidad. Con estas salvedades, la determinación del nitrógeno nítrico es el método más seguro para predecir el abonado necesario [38].

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MUESTRAS Y REACTIVOS

- Muestras de suelo del ensayo de campo.
- Material de referencia secundario (controles de seguimiento interno del Laboratorio-DMSA-EESC).
- Estándares certificados de N amoniacal, nitratos y N orgánico.
- Maíz INIAP-111(Guagal mejorado)
- Fertilizantes: urea, superfosfato triple, muriato de potasio y sulpomag
- Ácido salicílico 5%
- Sulfato de potasio 0.34 M
- Ácido Sulfúrico 0.06N
- Hidróxido de Sodio 4N
- Ácido Sulfúrico (c)
- Hidróxido de Sodio 1 N
- Catalizador: Sulfato de Potasio, Sulfato de Cobre y Oxido de Selenio
- Ácido Sulfúrico 0.01N
- Ácido Sulfúrico 0.06N
- Hidróxido de Sodio 2M

2.1.2. EQUIPOS Y MATERIALES

- Barreno de fertilidad.
- Medidor de clorofila (Chlorophyll Content Meter)
- Tabla de comparación de color IRRI
- Cuaderno de campo
- Cinta métrica
- Baldes y recipientes
- Azadón
- Frascos y fundas plásticas
- Botas de trabajo
- Cámara fotográfica
- Digestor Kjeldahl
- Espectrofotómetro (HACH)
- Analizador elemental de C y N (Shimadzu, TOC-Vcsn)
- Balanza analítica
- Material de vidrio
- Agitadores
- Dispensador de volumen
- Estufas
- Pipetas automáticas
- Molino
- Tamices

2.2. METODOS DE MEDICIÓN DE NITRÓGENO

2.2.1. METODOLOGÍA

2.2.1.1. FASE DE CAMPO

- **UBICACIÓN**

Provincia:	Bolívar
Cantón:	Chimbo
Parroquia:	Chimbo
Sitio:	Instituto Tecnológico Superior Agropecuario (ITSA) “3 de marzo”
Altitud:	2534 m.
Latitud:	01°40'49"S
Longitud:	79°01'54"O

- **CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL SUELO**

Orden:	Andisol
Suborden:	Andepts
Gran grupo:	Eutrandepts

- **CARACTERÍSTICA**

Generalmente son suelos que se encuentran de 2600 a 3200m en zonas frías o templadas. Los Andisoles son suelos de color negro o pardo, limosos o limo arenosos, derivados de cenizas

volcánicas con menos del 30% de arcilla en el primer metro, con una saturación de bases mayor al 50% y con un pH ligeramente ácido a neutro, ricos en materia orgánica. En términos generales, se puede destacar su buena fertilidad

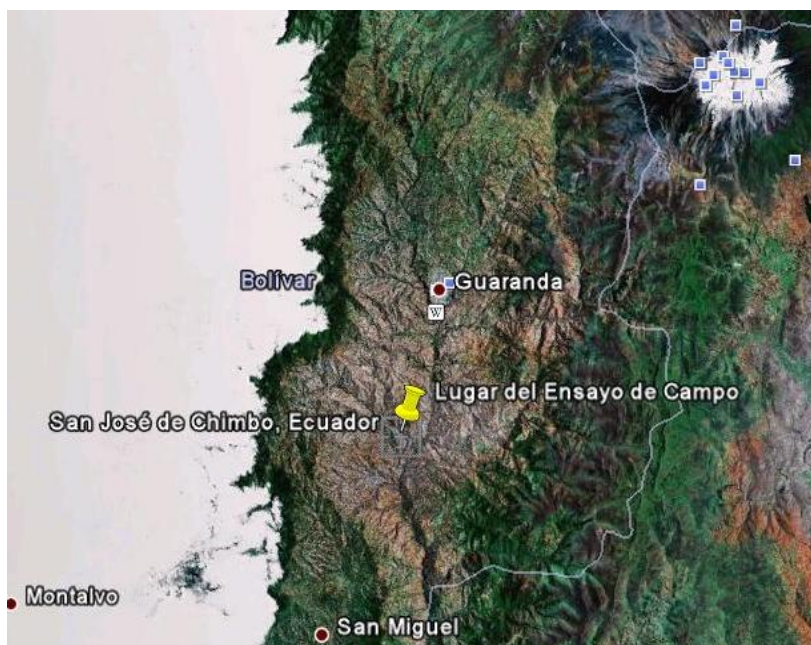


Figura 2.4. Ubicación del ensayo en la provincia de Bolívar, cantón San José de Chimbo.

- CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

Unidades experimentales:	15
Repeticiones:	3
Superficie total del ensayo:	530.4 m ² (34 m x 15.60 m)
Superficie neta del ensayo:	360 m ² (15 parcelas de 24.0 m ²)
Superficie total de la parcela:	24.0 m ² (6 m x 4 m)
Superficie de parcela neta:	12 m ² (5 m x 2.40 m)
Número de surcos por parcela:	5

Largo del surco: 6 m

Distancia entre surcos: 0.8 m

Distancia entre plantas: 0.5 m

Número de semillas sembradas/sitio:3

Número de plantas por sitio (raleo): 2

2.3. FACTOR EN ESTUDIO

El factor en estudio lo constituyo el nivel de N, cuyos tratamientos están indicados en el Tabla 2.1. Dicha tabla, también incluye las dosis de los demás nutrientes utilizados para la fertilización. El N se fraccionó en cuatro aplicaciones: siembra el 20%, V6 el 30%, V10 30% y V14 el 20% restante. El fósforo, potasio, azufre y magnesio se aplicaron a la siembra. Los fertilizantes utilizados fueron: urea (46%), superfosfato triple (0-46-0) y sulpomag (22-11-11). (Ver anexo 4 – fotografía 4).

Tabla 2.1. Tratamientos aplicados al ensayo de campo.

Fertilizante	N(urea)	P₂O₅	K₂O	S	Mg
Tratamiento	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
T1	0	60	20	20	10
T2	50	60	20	20	10
T3	100	60	20	20	10
T4	150	60	20	20	10
T5	200	60	20	20	10

2.4. VARIABLES DE CAMPO

Se tomaron las lecturas desde el estado de crecimiento V6 hasta VT; y en la hoja más joven completamente expandida.

- **ALTURA DE PLANTA**

Se midió la altura en 10 plantas señaladas previamente dentro de la parcela neta en cada una de las unidades experimentales (se midió desde la base del tallo hasta la bifurcación de la panoja). Esta variable se evaluó en siete estados de crecimiento del cultivo: V6, V8, V10, V12, V14, V16, VT y se expresa en centímetros (ver anexo 4 – fotografía 3).

- **ÍNDICE DE VERDOR Y CLOROFILA**

Se realizó en siete estados de crecimiento del cultivo: V6, V8, V10, V12, V14, V16, VT y en la hoja más joven completamente expandida. En la medición de clorofila se utilizó un medidor de clorofila. Para la medición del índice de verdor se utilizó la tabla de comparación de colores desarrollada por el IPNI [39]; la cual se detalla en la tabla 2.2. (ver anexo 4).

Tabla 2.2 Tabla de Comparación de Colores.

Valor	Color
1	amarillo
2	verde claro
3	verde pálido
4	verde acentuado
5	verde intenso

- MANEJO DEL EXPERIMENTO

La siembra se realizó en forma manual al igual que la cosecha. La instalación del ensayo se procedió en las épocas apropiadas para la siembra de maíz en la provincia de Bolívar.

- CONTROL DE PLAGAS

Para controlar el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó *Endosulfan*, en una dosis de 0.5 l/Ha.

- CONTROL DE MALEZAS

El control de malezas se realizó manualmente, 30 días después de la siembra.

- MUESTREO DE SUELO

El primer muestreo de suelos se lo realizó un día antes de la siembra a una profundidad de 15 cm en cada repetición. En estas muestras se realizó el análisis físico-químico completo para la caracterización inicial. Posteriormente se realizó cinco muestreos a una profundidad de 15 cm: a los 15 días después de la primera aplicación de N en la línea de siembra, a los 15 días después de la segunda, tercera y cuarta aplicación de N y en el momento de la cosecha. Se tomaron diez submuestras en cada unidad experimental en tres sitios: inferior y superior a 10 cm de la planta y a 40 cm entre surcos (Figura 2.5).

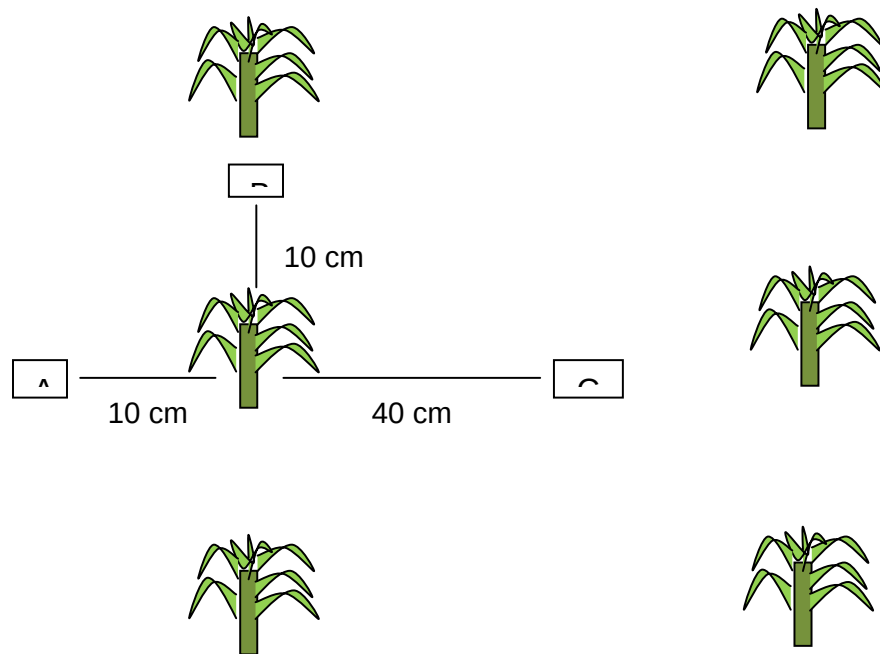


Figura 2.5. Sitios de muestreo de suelos alrededor de la planta de maíz (Plantas de Maíz, en estadio de crecimiento: V6, es decir 6 hojas en su tallo).

2.5. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS

2.5.1. PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS

- **SECADO**

Fue necesario secar la muestra de suelos para poder tomar la respectiva alícuota. Para esto, la muestra se extendió sobre un papel encerado, limpio y seco en una capa delgada en un cuarto, invernadero o estufa de secado, cuidando de no contaminar la muestra. Para lograr un buen secado se dejó secar por 72 horas.

- **MOLIDO**

Para homogenizar la muestra una vez secadas, se redujo el tamaño de partícula con la ayuda de un molino desaglomerador.

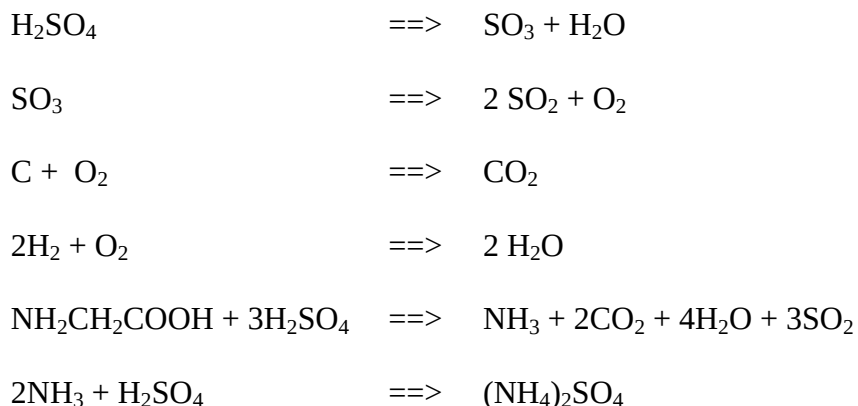
- **TAMIZADO**

Se tamizó con un tamaño de malla de 2 mm de diámetro. Posteriormente se empacó las muestras de suelos en bolsas plásticas y fueron etiquetadas, respectivamente.

2.6. MÉTODO SEMIMICRO KJELDHAL PARA N TOTAL

2.6.1. PRINCIPIO

El N es liberado de la fracción orgánica del suelo utilizando ácido sulfúrico (H_2SO_4) como oxidante, el cual destruye la materia orgánica dando lugar a la formación de anhídrido carbónico (CO_2), agua (H_2O) y sulfato de amonio $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ como productos finales. Dicho proceso de oxidación es expresado a través de las siguientes reacciones.



Una vez, que el N orgánico ha sido transformado en $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, este puede ser cuantificado a través del analizador elemental de carbono y nitrógeno.

2.6.2. PROCEDIMIENTO

Se pesó 0.5 a 1 gramo de suelo, en un tubo de ensayo, tipo pirex, se agregó 3 ml de H_2SO_4 concentrado y 1.1 g de catalizador (sulfato de cobre). Posteriormente se llevó al digestor y se tomó como punto final de la digestión cuando se observa un color verde esmeralda transparente en el digestado. Una vez frío se añadió 10 ml de agua destilada y se realizó una dilución, tomando 5 ml del digestado y se llevó a 20 ml con agua destilada, en los viales respectivos para finalizar con la lectura en el analizador elemental (TOC-TN).

2.6.3. ANÁLISIS ELEMENTAL DE N (TOC – TN)

El principio fundamental del analizador elemental (TOC-TN) es la oxidación eficiente de compuestos orgánicos de bajos y altos pesos moleculares, insolubles y difíciles de descomponer por medio de una oxidación con combustión catalítica.

2.6.3.1. ESPECIFICACIONES DEL TOC-TN (ver fotografía 2 – Anexo 4)

Método de medición	Quimioluminiscencia
Parámetros medidos	TN (Nitrógeno Total)
Rango de medición	0 a 4000mg/l
Reproducibilidad	CV3% máximo
Tiempo de medición	Aproximadamente 4 minutos
Método	Digestión alta a 950°C y Digestión UV por persulfato

2.6.4. PROCEDIMIENTO

Se ingresó una cantidad exacta de la muestra previamente digestada (determinación de N total y test ISNT), la cual fue inicialmente dirigida al burbujeador, donde los compuestos de N son oxidados a NO y reaccionan con ozono para arrojar una forma excitada de NO₂, que emite su energía de nuevo en forma de luminiscencia química; ésta puede detectarse de forma fiable como N total por el detector de quimioluminiscencia (ver curva de Calibración en Anexo 2) [41].

2.7. METODO ISNT PARA NITRÓGENO ORGÁNICO FÁCILMENTE MINERALIZABLE.

2.7.1. PRINCIPIO

Esta metodología, permite determinar la fracción del N orgánico del suelo que es potencialmente mineralizable. Esto se logra a través de un procedimiento rápido que incluye hidrólisis alcalina y difusión simultánea, para finalmente cuantificar el N liberado en forma de amonio por técnicas fotolorimétricas o análisis elemental.

2.7.2. PROCEDIMIENTO

Se Pesó 0.1 gramo del suelo seco en un recipiente desechable, se agregó 1 ml de hidróxido de sodio 2M y 4 ml de ácido sulfúrico 0,006N, en frascos de incubación. Posteriormente se llevo a incubación a temperatura alrededor de 60°C durante 5 horas y se determina N amoniacal con la ayuda del TOC-TN.

La curva de calibración para los métodos anteriores se encuentran registradas previamente en el equipo TOC-TN: Para la cual se prepara a partir de una solución madre de Nitrato de Potasio de 1000ppm y se extiende de 0 a 50 ppm (ver Anexo 3) [42].

2.8. METODO FOTOCOLORIMÉTRICO PARA NITRATOS (N-NO_3^-) DEL ÁCIDO SALICÍLICO

2.8.1. PRINCIPIO

El método se basa en la propiedad que el ácido salicílico tiene para reaccionar con los nitratos y formar compuestos ácidos (amino salicílico y nitro salicílico); estos últimos en medio básicos (hidróxido de sodio) forma complejos coloreados que son susceptibles de ser cuantificados por fotolorimetría.

2.8.2. PROCEDIMIENTO

Se colocó 2.5 g de suelo en un frasco de extracción, y se añadió 10 ml de solución extractora (K_2SO_4 0.34M). Luego de agitar por 10 minutos y filtrar, se tomó una alícuota de 0.5 ml, se añadió 1 ml de ácido salicílico al 5%. Luego se dejó reposar 5 minutos y se añadió 10 ml de NaOH 4 N, se mezcló vigorosamente y se obtuvo un complejo coloreado que se lee en el colorímetro a 410 nm. El color es estable por más o menos 12 horas. Se prepara una curva de calibración, utilizando una solución madre de 20 ppm de $N-NO_3^-$ y la solución extractora y se procede a leer tanto la curva de calibración como las muestras en el espectrofotómetro (ver curva de calibración Anexo 1) [43].

2.9. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE TEJIDOS

En la cosecha se colectó al azar cuatro plantas completas en cada parcela, y se separó en grano, tusa y residuos (tallos, hojas, brácteas y flores), las cuales se pesó para obtener el peso fresco y posteriormente se secó a una temperatura de 65 a 70° C, hasta obtener peso constante. Se utilizará la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Materia Seca} = (\text{Peso del tejido seco} / \text{Peso del tejido húmedo}) \times 100$$

2.10. EXTRACCIÓN DE NITRÓGENO

Con el material seco utilizado para cuantificar el rendimiento de materia seca de los tejidos se tomaron submuestras, que molidas, se analizaron en el N extraído con el método de Semimicro Kjeldahl.

Con los datos de rendimiento, % de materia seca y concentración de nutrientes se calculó la extracción en kg/ha. Para la extracción total se sumó la extracción de grano, tusa y residuos.

2.11. RENDIMIENTO DE GRANO

La estimación del rendimiento final se efectuó a la madurez fisiológica (estadio de crecimiento: VT) utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = (\text{plantas/ha}) * (\text{mazorcas/planta}) * (\text{granos/mazorca}) * (1/\text{número de granos por kilo})$$

Se hizo un conteo del número de mazorcas de cada planta de la parcela neta y se dividió para el número de plantas. Luego se tomó 5 mazorcas al azar de las plantas de la parcela neta y se contó el número de granos por mazorca. El número de granos por kilo se tomó de semillas con el 14% de humedad [44].

CAPITULO III

RESULTADOS OBTENIDOS

3.1. RESULTADOS

Tabla 3.3. Medición de Clorofila

INDICE DE VERDOR										
Repetición	Tratamiento	Estadios de Crecimiento								
		Clorofila (1)	Clorofila (2)	Clorofila (3)	Clorofila (4)	Clorofila (5)	Clorofila (6)	Clorofila (7)	Clorofila (8)	Clorofila (9)
1	0 KgN/Ha	20.8	15.5	16.5	13.9	9.5	8.7	11.2	13.6	10.5
1	50 KgN/Ha	16.6	16.4	21.4	16.4	18.5	24.4	25.3	17.8	17.4
1	100 KgN/Ha	14.4	16.2	22.2	22.7	24.0	31.9	41.3	39.5	25.5
1	150 KgN/Ha	15.6	17.6	23.9	23.1	31.3	50.1	51.3	51.5	41.1
1	200 KgN/Ha	14.6	22.6	26.9	32.0	41.2	51.6	62.9	61.7	61.0
2	0 KgN/Ha	19.3	18.3	18.5	15.0	11.1	10.6	12.6	15.4	12.3
2	50 KgN/Ha	15.7	18.5	20.7	19.3	19.9	25.1	29.7	28.3	27.0
2	100 KgN/Ha	18.3	22.5	25.7	26.8	30.5	35.8	45.1	48.1	45.2
2	150 KgN/Ha	18.3	19.8	24.8	28.1	35.4	46.8	57.6	47.2	53.4
2	200 KgN/Ha	16.0	21.0	22.4	24.9	34.0	47.3	53.3	54.3	58.1
3	0 KgN/Ha	17.5	16.7	17.0	9.8	8.5	7.7	10.4	12.9	9.9
3	50 KgN/Ha	21.4	18.1	21.5	20.9	24.6	26.6	26.8	22.1	24.5
3	100 KgN/Ha	19.8	20.2	20.3	22.7	25.3	34.1	35.2	31.9	42.5
3	150 KgN/Ha	20.4	21.2	27.4	27.8	38.6	46.8	46.4	49.5	49.7
3	200 KgN/Ha	17.0	19.4	24.6	25.8	34.5	42.3	53.6	56.3	55.1

Tabla 3.4. Medición del Índice de Verdor

Índice de Verdor										
Repetición	Tratamiento	Estadios de crecimiento								
		Tabla TCC (1)	Tabla TCC (2)	Tabla TCC (3)	Tabla TCC (4)	Tabla TCC (5)	Tabla TCC (6)	Tabla TCC (7)	Tabla TCC (8)	Tabla TCC (9)
1	0 KgN/Ha	3.1	2.7	2.7	2.5	1.7	1.5	2.0	2.7	2.4
1	50 KgN/Ha	2.9	2.7	3.2	2.9	2.6	3.2	3.3	3.1	3.0
1	100 KgN/Ha	2.9	2.7	3.3	3.4	3.2	3.9	4.2	3.9	3.4
1	150 KgN/Ha	2.8	2.8	3.7	3.7	3.7	4.5	4.7	4.7	4.1
1	200 KgN/Ha	2.8	2.9	3.6	4.0	4.2	4.8	4.9	4.9	4.6
2	0 KgN/Ha	3.0	2.6	2.8	2.6	2.0	2.0	2.4	2.5	2.2
2	50 KgN/Ha	3.0	2.7	3.3	3.3	2.9	3.2	3.3	3.4	3.3
2	100 KgN/Ha	3.0	2.8	3.4	3.7	3.5	4.0	4.3	4.5	4.0
2	150 KgN/Ha	2.9	2.9	3.3	3.6	4.2	4.4	4.7	4.5	4.2
2	200 KgN/Ha	2.7	2.9	3.1	3.6	3.8	4.3	4.5	4.5	4.5
3	0 KgN/Ha	3.0	2.6	2.8	2.2	1.7	1.1	1.8	2.2	1.3
3	50 KgN/Ha	3.6	2.8	3.0	3.2	3.2	3.1	3.3	3.2	3.0
3	100 KgN/Ha	3.5	2.8	3.1	3.5	3.3	3.7	3.9	3.7	3.6
3	150 KgN/Ha	3.1	3.1	3.4	3.9	4.0	4.4	4.4	4.6	4.2
3	200 KgN/Ha	3.1	2.8	3.2	3.9	4.0	4.1	4.9	4.8	4.5

Tabla 3.5. Medición de Altura

		Estadios de crecimiento								
Repetición	Tratamiento	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura 4	Altura 5	Altura 6	Altura 7	Altura 8	Altura 9
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	0 KgN/Ha	28.0	39.8	62.8	84.7	100.5	127.4	197.4	214.0	201.7
1	50 KgN/Ha	26.5	39.5	66.8	94.0	124.5	183.6	245.2	251.5	246.5
1	100 KgN/Ha	27.9	42.0	72.1	99.8	142.5	207.1	272.2	290.8	267.0
1	150 KgN/Ha	26.3	41.1	67.3	99.8	145.0	212.9	273.7	278.4	261.0
1	200 KgN/Ha	27.2	44.8	75.3	111.4	165.5	233.3	285.3	292.6	267.0
2	0 KgN/Ha	24.7	39.6	63.7	79.6	108.0	140.2	197.0	222.7	182.5
2	50 KgN/Ha	30.0	50.0	75.4	106.3	147.0	207.1	251.2	262.1	246.0
2	100 KgN/Ha	30.6	49.4	74.7	111.6	155.0	221.3	275.0	276.1	262.0
2	150 KgN/Ha	34.9	49.3	77.0	118.7	171.0	231.5	281.9	300.1	276.0
2	200 KgN/Ha	32.6	49.4	76.8	111.9	164.0	222.0	269.7	286.8	264.0
3	0 KgN/Ha	28.9	48.8	70.6	88.6	116.1	163.4	208.0	213.9	176.2
3	50 KgN/Ha	30.0	45.9	77.0	98.1	143.5	207.9	259.7	267.1	245.5
3	100 KgN/Ha	33.1	48.7	77.5	107.9	154.6	215.8	269.0	279.5	253.0
3	150 KgN/Ha	38.6	57.3	96.1	135.6	185.0	244.4	287.5	285.8	262.3
3	200 KgN/Ha	35.7	51.4	82.6	118.4	171.0	239.1	286.7	296.6	264.0

Tabla 3.6. Medición de Nitratos

Muestreos a los 15 días de la aplicación de Urea						
Repetición	Tratamiento †	NO ₃ ⁻ (1) ppm	NO ₃ ⁻ (2) ppm	NO ₃ ⁻ (3) ppm	NO ₃ ⁻ (4) ppm	NO ₃ ⁻ (5) ppm
1	0 KgN/Ha	0.9	0.8	1.3	1.7	2.9
1	50 KgN/Ha	9.6	5.5	5.1	6.9	3.2
1	100 KgN/Ha	8.7	5.1	5.8	8.5	5.6
1	150 KgN/Ha	11.2	5.7	13.6	24.0	18.0
1	200 KgN/Ha	19.6	3.7	19.8	16.8	34.9
2	0 KgN/Ha	1.1	0.8	2.0	1.3	3.5
2	50 KgN/Ha	9.1	4.2	9.5	6.2	3.6
2	100 KgN/Ha	10.4	5.2	22.7	10.7	5.6
2	150 KgN/Ha	20.5	5.0	17.3	28.6	24.2
2	200 KgN/Ha	22.0	3.5	22.7	17.3	35.6
3	0 KgN/Ha	1.5	1.4	1.5	1.4	3.6
3	50 KgN/Ha	4.3	4.9	11.2	7.5	5.3
3	100 KgN/Ha	8.1	5.9	23.0	11.7	6.1
3	150 KgN/Ha	15.7	4.9	14.9	28.8	21.5
3	200 KgN/Ha	19.8	3.9	18.3	29.7	40.4

Tabla 3.7. Medición de INST

Muestreos a los 15 días de la aplicación de Urea						
Repetición	Tratamiento†	INST (1) ppm	INST (2) ppm	INST (3) ppm	INST (4) ppm	INST (5) ppm
1	0 KgN/Ha	11.5	6.4	3.6	4.5	5.1
1	50 KgN/Ha	13.4	7.5	4.7	5.2	5.5
1	100 KgN/Ha	14.7	8.7	5.7	5.4	5.9
1	150 KgN/Ha	13.8	10.2	6.6	7.0	6.4
1	200 KgN/Ha	11.6	12.5	8.5	10.9	6.9
2	0 KgN/Ha	11.7	5.8	3.3	4.9	4.8
2	50 KgN/Ha	13.3	8.1	4.7	5.3	5.5
2	100 KgN/Ha	13.3	7.8	7.0	6.0	5.8
2	150 KgN/Ha	9.7	9.4	7.4	6.8	6.3
2	200 KgN/Ha	10.6	13.1	8.1	8.2	6.7
3	0 KgN/Ha	11.0	5.8	4.3	5.0	5.0
3	50 KgN/Ha	14.0	7.1	5.2	5.3	5.6
3	100 KgN/Ha	14.4	8.2	6.7	6.4	5.7
3	150 KgN/Ha	9.9	9.7	6.7	7.6	6.3
3	200 KgN/Ha	16.3	10.7	7.4	11.4	7.3

Tabla 3.8. Medición de Nitrógeno Total

Muestreos a los 15 días de la aplicación de Urea						
Repetición	Tratamiento†	NT (1) ppm	NT (2) ppm	NT (3) ppm	NT (4) ppm	NT (5) ppm
1	0 KgN/Ha	453.5	302.5	553.4	463.1	484.8
1	50 KgN/Ha	510.0	441.0	560.8	518.5	453.2
1	100 KgN/Ha	474.0	480.3	561.1	535.0	448.6
1	150 KgN/Ha	376.6	426.6	598.8	528.3	402.8
1	200 KgN/Ha	386.2	442.1	565.2	484.0	444.4
2	0 KgN/Ha	478.8	442.0	482.4	463.6	459.8
2	50 KgN/Ha	485.6	453.4	563.9	508.8	429.5
2	100 KgN/Ha	424.0	474.3	595.1	530.4	480.9
2	150 KgN/Ha	391.9	446.7	609.2	528.1	437.2
2	200 KgN/Ha	395.5	442.3	566.0	503.3	440.7
3	0 KgN/Ha	432.6	419.3	559.5	465.9	439.1
3	50 KgN/Ha	477.8	453.2	562.8	528.4	464.5
3	100 KgN/Ha	448.6	458.0	570.6	490.9	422.7
3	150 KgN/Ha	375.5	459.7	621.6	546.7	446.8
3	200 KgN/Ha	339.2	452.4	571.9	570.0	444.3

3.1.1. MEDICIÓN DE CLOROFILA

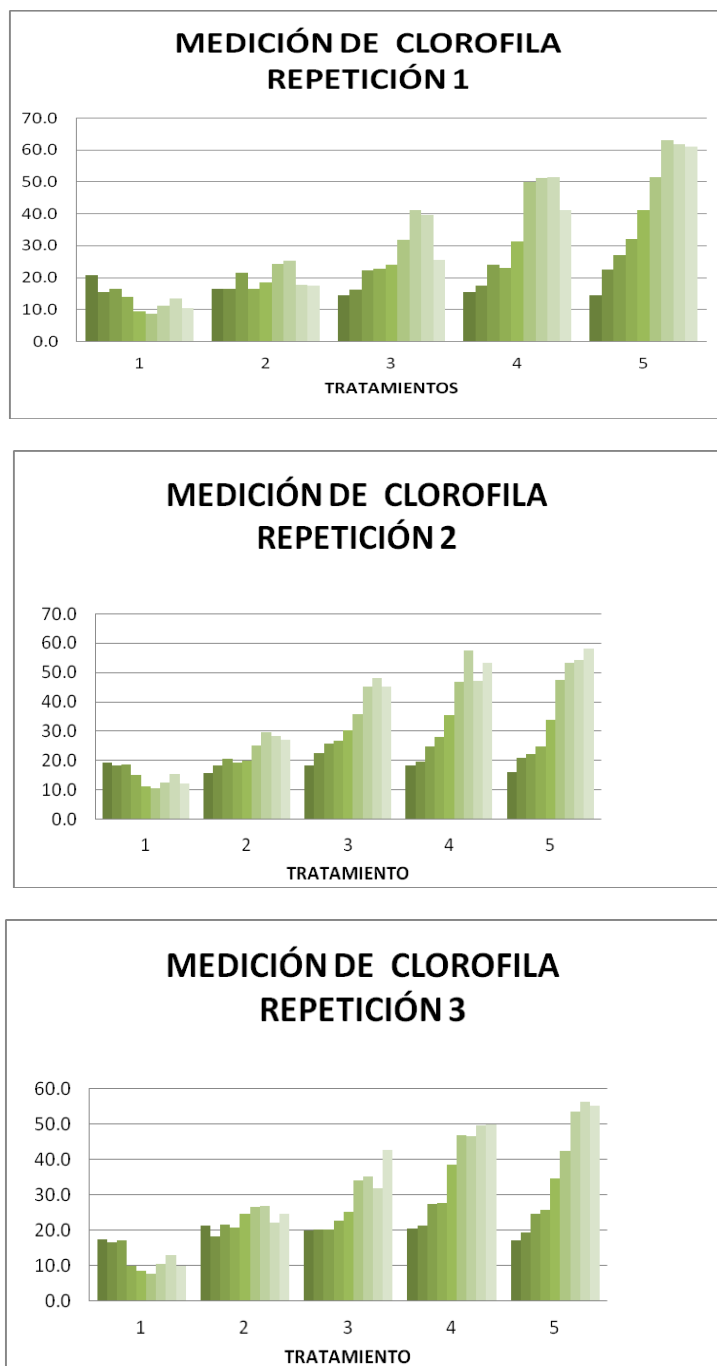


Figura 3.6. Representación de la medición del Índice de Clorofila en los distintos tipos de tratamientos, en el cultivo de maíz.

3.1.2. MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE VERDOR

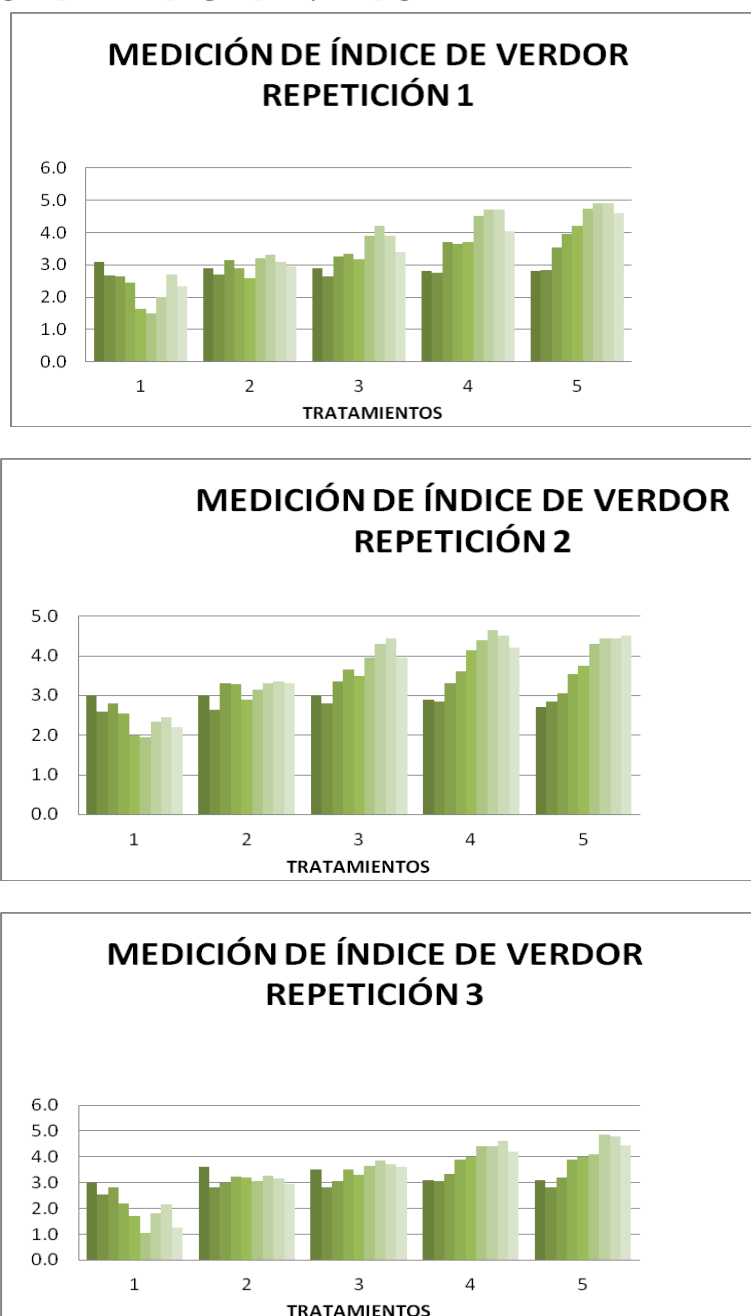


Figura 3.7. Representación de la medición de Índice de Verdor, para los cinco tipos de tratamientos, en el cultivo de maíz

3.1.3. MEDICIÓN DE ALTURA



Figura 3.8. Representación de la medición de Altura, en los cinco tipos de tratamiento, para el cultivo de maíz.

3.1.4. MEDICIÓN DE NO_3^-

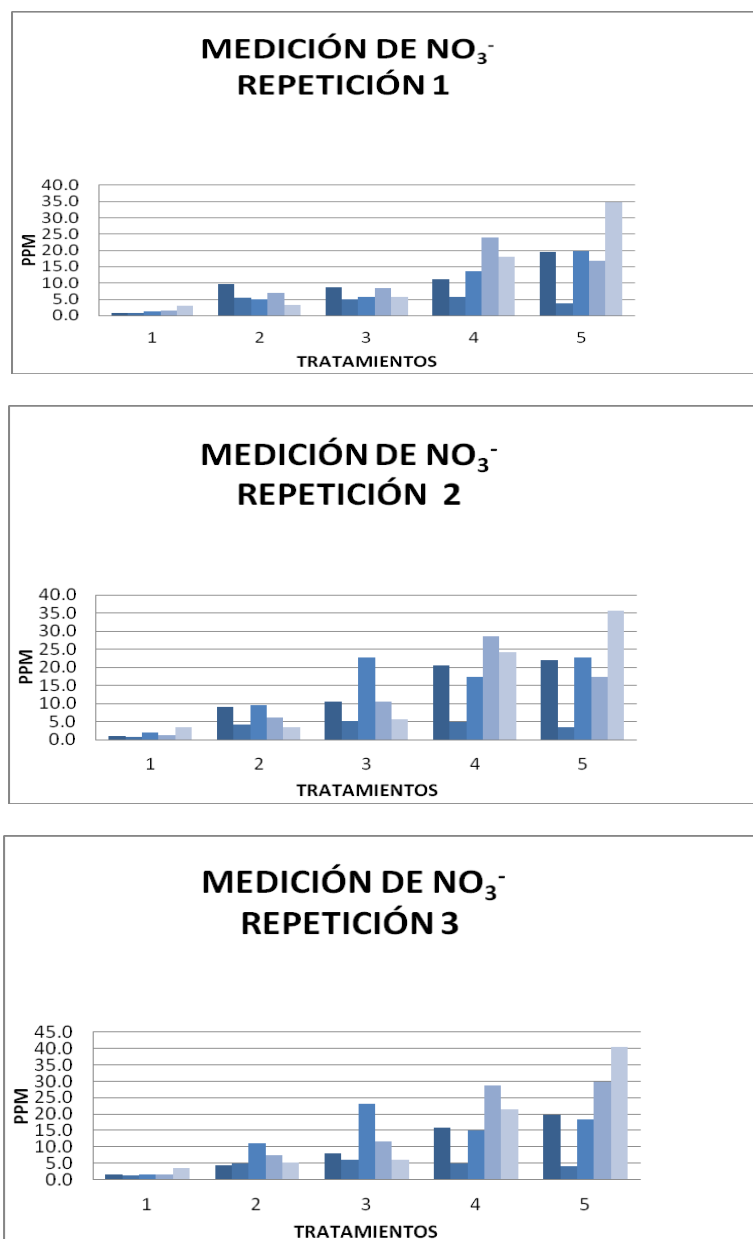


Figura 3.9. Representación de la medición de NO_3^- , en los cinco tipos de tratamiento.

3.1.5. MEDICIÓN DE INST

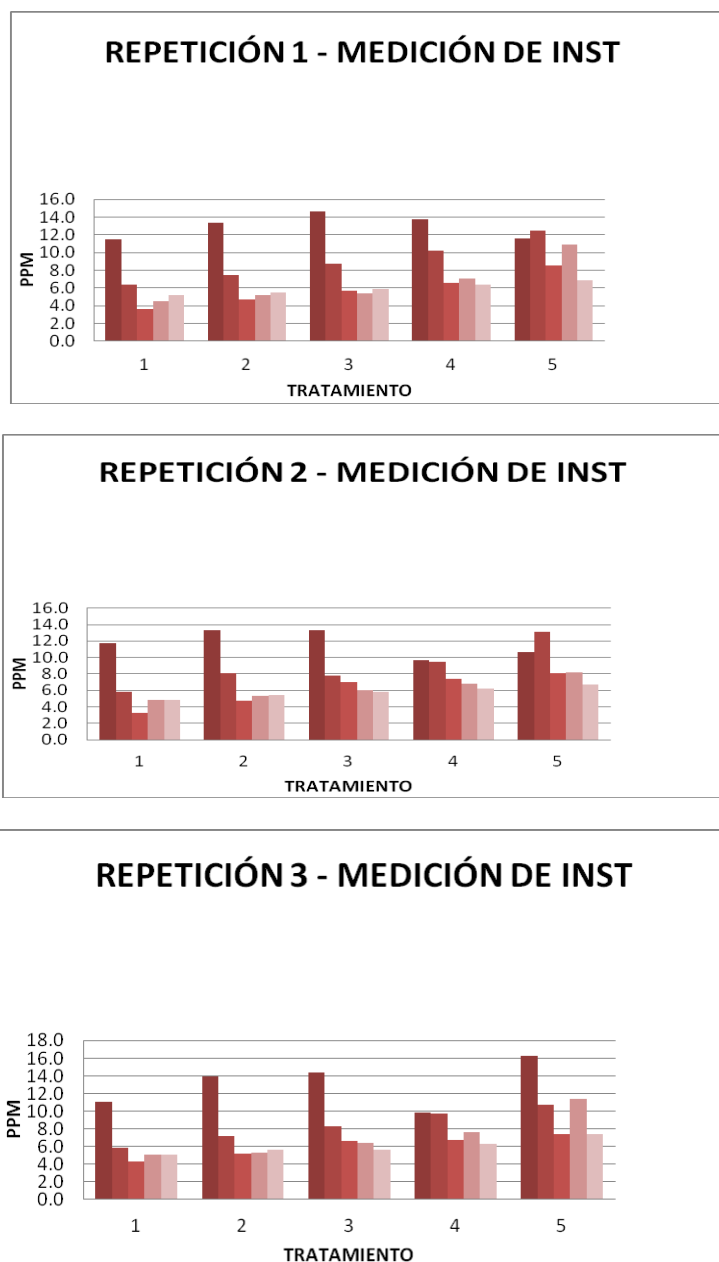


Figura 3.10. Representación de la medición de Nitrógeno asimilable, por medio del método INST.

3.1.6. MEDICIÓN DE NITRÓGENO TOTAL

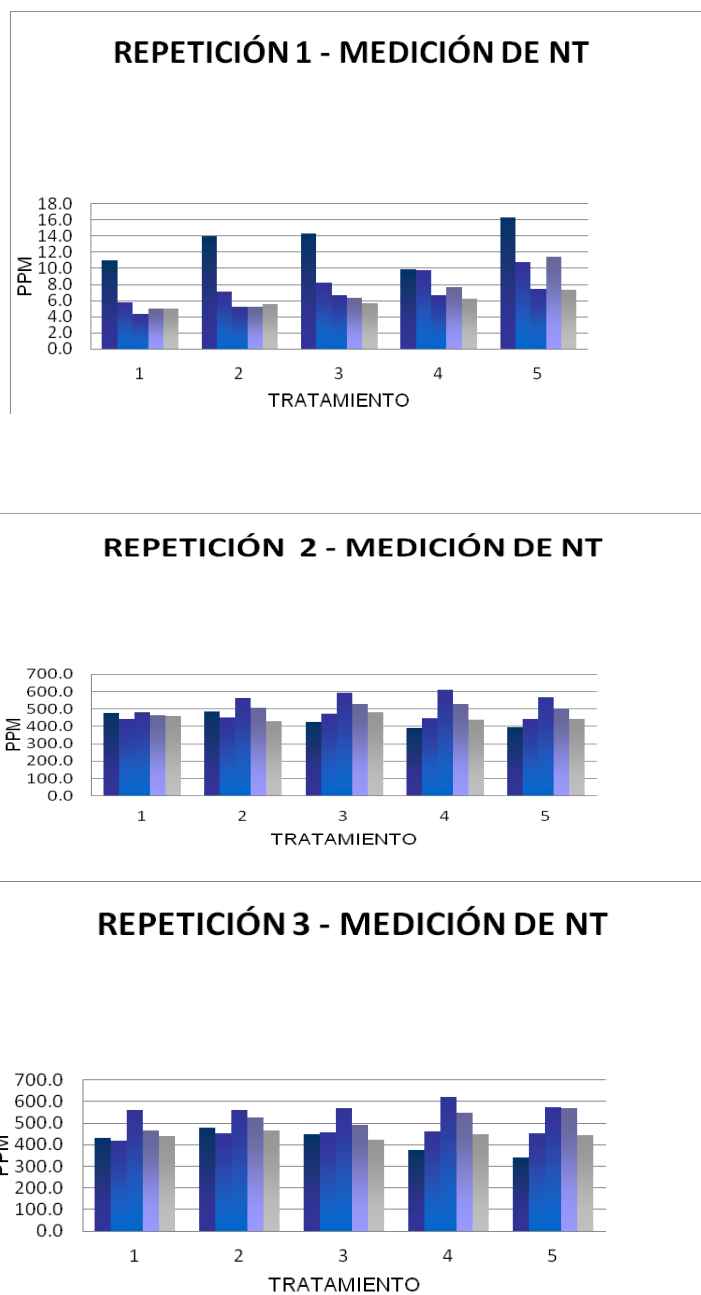


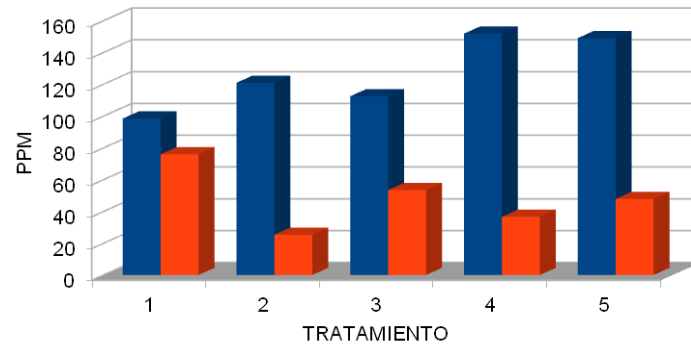
Figura 3.11. Representación de la medición de Nitrógeno Total, por medio del TOC-NT

3.1.7. MEDICIÓN DE RENDIMIENTO EN EL GRANO Y TUSA, PLANTA DE MAÍZ.-

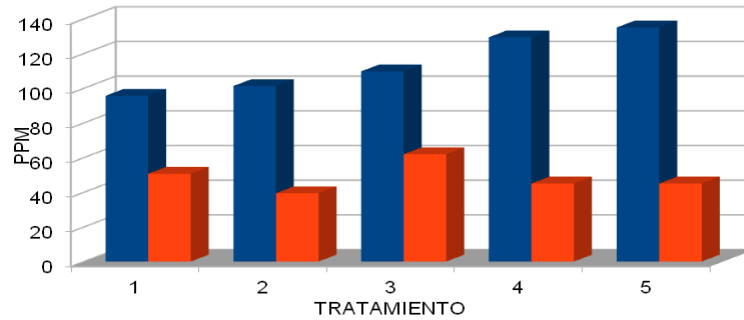
Tabla 3.9. Medición del rendimiento en el cultivo de maíz

Tratamiento	DosisN	Acumulación de N en la planta	
		grano	tusa
	kgN/ha	kg/ha	kg/ha
T1	0	98.39	75.9
T2	50	120.88	25.3
T3	100	112.45	53.4
T4	150	151.8	36.55
T5	200	148.99	47.79
T1	0	95.58	50.6
T2	50	101.2	39.36
T3	100	109.64	61.85
T4	150	129.31	44.98
T5	200	134.94	44.98
T1	0	123.69	47.79
T2	50	132.12	39.36
T3	100	92.77	39.36
T4	150	146.18	53.41
T5	200	123.69	87.15

RENDIMIENTO EN LA PLANTA - REPETICIÓN 1



RENDIMIENTO EN LA PLANTA - REPETICIÓN 2



RENDIMIENTO EN LA PLANTA - REPETICIÓN 3

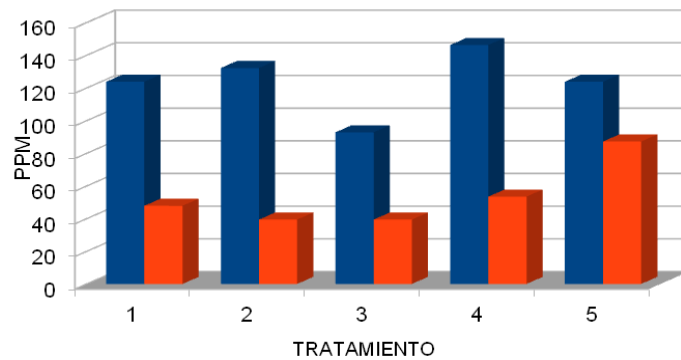


Figura 3.12. Representación del rendimiento obtenido, en el cultivo de maíz

3.2. DISCUSION DE RESULTADOS

Se puede observar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de grano de maíz y sobre el índice de verdor expresados como índice relativo de clorofila y unidades de la TCC; puesto que a mayor aporte de N, mayor fue el rendimiento y la medición de clorofila.

El análisis de varianza indicó que existen diferencias significativas entre los niveles de N para rendimiento de grano, a medida que aumenta el nivel de N existe incremento en el rendimiento.

El máximo del rendimiento del grano de maíz se observó con el nivel de 150 Kg de N/Ha.

Los valores de las unidades de TCC y del índice relativo de clorofila aumentaron significativamente con el incremento del nivel de N. Sin embargo, dicho efecto se hizo más evidente a medida que avanzó el estado fisiológico de la planta, pudiendo observarse mayor magnitud de cambio en el índice de verdor del estado V10 a V14, en la aplicación correspondientes de 100 a 150 Kg de N/Ha; con un máximo de índice de verdor para V14 en todos los tratamientos que recibieron la aplicación del N.

Los valores más altos del índice de verdor, detectados solamente por el índice relativo de clorofila, y asociados con el tratamiento de 200 Kg de N/Ha para V16 y VT sugieren que el N que no fue utilizado por la planta para potenciar el rendimiento, ya que este se mantuvo a nivel

foliar, pues en términos de rendimiento de grano, este tratamiento fue menor comparado con el tratamiento de 150 Kg de N/Ha.

Los datos del presente estudio muestran concordancia con los resultados encontrados por García y Espinosa (2008), quienes reportaron mayor magnitud de incrementos del índice de verdor cuando se aplicaron dosis de 75 y 150 Kg del N/Ha.

En general existió una alta correlación entre el índice relativo de clorofila y las unidades de lectura de la TCC, lo cual indica la validez del uso de cualquiera de estas herramientas para el diagnóstico del índice de verdor y por lo tanto de la nutrición del N en el cultivo de maíz.

3.3. FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y DISPONIBILIDAD DE N CUANTIFICADA POR EL ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

El análisis de varianza mostró que existen diferencias altamente significativas entre los niveles de N para todos los valores de N en el suelo cuantificados a través de los tres métodos de análisis.

El aumento de la dosis de N aplicado estuvo directamente relacionado con el incremento de la magnitud de N cuantificado por el análisis de N-NO₃, en todas las épocas de muestreo.

En el caso del ISNT se detectó una relación directa entre N en el suelo y aumento del nivel de N con excepción de la época de muestreo en V6, la cual precisamente muestra un máximo de disponibilidad a 100 Kg de N/Ha. En el caso de NT como era de esperarse, aunque hay

diferencias significativas entre niveles de N aplicado, no existe la tendencia de aumento o disminución definida con el incremento del nivel de N aplicado al suelo.

Estos resultados ratifican que el N es un elemento con una química muy dinámica en donde la cuantificación del NT no puede ser utilizada como una herramienta útil para conocer la disponibilidad del N durante el ciclo del cultivo; en tanto que con datos de N-NO₃ o N-ISNT se puede inferir sobre la disponibilidad del N.

En el caso del último método existen reportes de que es un método capaz de predecir la falta de respuestas a la fertilización nitrogenada [40].

3.4. DISPONIBILIDAD DE N A TRAVÉS DEL TIEMPO Y ESPACIO

La disponibilidad de N, cuantificada a través de los análisis químicos del suelo, presentó variabilidad en función de la época y de sitio de muestreo. El análisis de variabilidad en función de la época y de sitio de muestreo.

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para el nivel del N, sitio, época de muestreo y las interacciones para todos y cada uno de los métodos de análisis de N en el suelo.

El N-ISNT, indica que la mayor disponibilidad de N estuvo presente en las etapas fisiológicas V7 y V9, así como la menor disponibilidad de N a la cosecha lo cual es consistente con las épocas de aplicación de fertilizante nitrogenado en el suelo.

Por otro lado el N-NO₃ mostró mayor disponibilidad de N a la cosecha y menor disponibilidad en el estado V7.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Las lecturas de índice de verdor medidas a través de las TCC ó del índice relativo de clorofila son herramientas válidas para justificar el fraccionamiento de la fertilización nitrogenada durante las etapas fisiológicas de mayor sensibilidad al estrés por falta de N (V6 a V12).

El potencial del uso de análisis de suelos como herramienta de diagnóstico de disponibilidad de N en el suelo es alto en el caso del N-NH_4^+ y del ISNT. Este último parecería ser un método promisorio que necesita ser validado en otros tipos de suelo y bajo diferentes cultivos.

La época y el lugar de aplicación del fertilizante nitrogenado con respecto al sistema radicular de la planta son factores claves para que una fertilización nitrogenada sea eficiente, considerando que este elemento es muy dinámico en el suelo; sujeto a transformaciones constantes a través del tiempo y el espacio.

Un buen análisis de suelo cuantifica eficientemente la cantidad del nutriente que esta correlacionada con la que efectivamente es tomada por la planta, por lo que también esta correlacionado con el rendimiento del cultivo.

El presente estudio permitió validar una herramienta de diagnóstico de disponibilidad de N alternativa al análisis químico de suelos, como es el uso del índice de verdor de las plantas; el cual podría ser tecnológicamente muy accesible para el agricultor, e igualmente garantizaría un manejo adecuado de la fertilización nitrogenada.

Esta información permitirá optimizar la captación de dicho nutriente aportado por fertilización, minimizando los riesgos de fugas al ambiente, lo que contribuirá a la sostenibilidad de los agroecosistemas. Por último, permitirá efectuar mejoras en los métodos de diagnóstico de deficiencias de N y generará información básica de utilidad para facilitar el proceso de toma de decisiones de manejo.

El % de mineralización (proporción del N orgánico que es mineralizado a amonio en el primer año de aplicación) del abono orgánico resulta un dato de gran interés para estimar el aporte concreto de N para los cultivos.

Por otra parte, para una misma dosis de fertilizante nitrogenado, por ejemplo 200 Kg/ha, la lixiviación es mayor cuando el suelo presenta un drenaje más alto.

La determinación del NT indicó la mayor cantidad de N asociados con V9 y menor V7. Las diferencias encontradas, con respecto al índice de verdor surgieron que estos dos métodos de análisis no son herramientas adecuadas para monitorear la disponibilidad de N durante el ciclo de cultivo.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda, realizar este ensayo en otro tipo de suelo con diferentes condiciones climatológicas, y en distinto tipo de cultivo, con el fin de verificar que los resultados obtenidos en el presente, son reproducibles en zonas como la costa y oriente ecuatoriano.

Se recomienda, determinar la correlación de los métodos de medición en campo con otros métodos de análisis de N.

Se recomienda, realizar este ensayo con otra variedad de maíz.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Mulvaney, R. L., S. A. Kahn, R. G. Hoef, and H. M. Brown. (2001). *A soil organic nitrogen fraction that reduces the need for nitrogen fertilization*. Soil Sci. Soc. Am. J. 65:1164-1172.
- [2] Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2009). *Informe anual. Departamento de Manejo de Suelos y Aguas, Estación Experimental Santa Catalina*, Quito – Ecuador.
- [3] García, J. P., y J. Espinosa. (2008). *Relación del índice de verdor con la aplicación de nitrógeno en diez híbridos de maíz*, Informaciones Agronómicas. IPNI.
- [4] [5] Khan, S. A., R. L. Mulvaney, and R. G. Hoef. (2001). *A simple soil test for detecting sites that are non responsive to nitrogen fertilization*. Soil Sci. Soc. Am. J. 65:1751-1760.
- [6] García, J. P., y J. Espinosa. (2008). *Relación del índice de verdor con la aplicación de nitrógeno en diez híbridos de maíz*. Informaciones Agronómicas. IPNI.
- [7] Burriel, Lucena Conde y Arribas Jimeno, (1981), *Química Analítica Cuantitativa*. Imprenta Paraninfo, 10ma Edición. Madrid-15.

- [8] Ibáñez Juan José, Nitrógeno Incorporado al Suelo Vía Fertilizantes y Aportes Atmosféricos: Ciclo de los Nutrientes en los Agroecosistemas, <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/04/01/87993>, abril 20011.
- [9] Haynes, R.J. (1986), *Origin, distribution and cycling of nitrogen in terrestrial ecosystems*. p. 1-51. In: Haynes, R.J. (ed) Mineral nitrogen in the plant-soil system. Physiological ecology. Academic press, Orlando.
- [10] Thompson Louis M., (1988) *El suelo y su fertilidad*, Tercera edición, Editorial Reverté, S.A., NY, USA.
- [11] Edwar J. Plaster, (200) La ciencia del suelo y su manejo, Editorial Thomson, NY, USA.
- [12] López Ritas y López Melida, (1978), *El diagnostico de suelos y plantas, Métodos de campo y laboratorio*, 3ra edición, Ediciones mundi-prensa, Paginas: 89, 94, 95, 96.
- [13] Lomelí R. I.Q. y Tamayo O, Formas de nitrógeno en el suelo, Autores: Biól, <http://www.sagan-gea.org/hojaredsuelo/paginas/11hoja.html>, mayo 2011.

- [14] Harrison John Arthur, "El Ciclo del Nitrógeno: De Microbios y de Hombres," Visionlearning, http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?mid=98&l=s, julio 2011.
- [15] Schrader y Thomas, (1981), citado por Schrader 1984 / Schrader, L.E. 1984, *Functions and transformations on nitrogen in higher plants*. p. 55-65. In: Hauck, R.D. et al. (eds) Nitrogen in crop production. ASA, CSSA, SSSA. Madison, WI, USA.
- [16] Echeverría, n. F. San Martín y r. Bergonzi, (2009) unidad integrada eea inta balcarce-fca-unmp. Cc 276 (7620) balcarce, ciencia del suelo, *métodos rápidos de estimación de nitrógeno potencialmente mineralizable en suelos*, http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_18n1/echeverria_9-16.pdf, diciembre 2010.
- [17] López Ritas y López Melida, (1978), *El diagnóstico de suelos y plantas, Métodos de campo y laboratorio*, 3ra edición, Ediciones mundi-prensa, Páginas: 89, 94, 95, 96
- [18] Echeverría y Hernán Sainz Rozas, NITROGENO EN EL SUELO, http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/reclnat/suelos/Cap4_EchevySRozas.pdf, julio 2011.
- [19] [20] Torres Duggan Martín, Ingeniero Agrónomo. Técnico Proyecto Fertilizar EEA INTA, Fertilización Nitrogenada del Cultivo de Maíz,

<http://www.elsitioagricola.com/articulos/duggan/FertilizacionNitrogenadadelCultivodeMaiz2002.asp>, enero 2012.

- [21] Lemcoff y Loomis, Paparotti, (1999), *Nitrogen influences on yield determination in maize*. Crop Science, 26: 1017-1022
- [22] Fontanetto, H; Keller, O.; Borsarelli, J. y Gagliano, C. (1999). *Efecto del nitrógeno y del azufre en maíz de segunda*. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela; Macrorregión Pampeana Norte. Publicación Miscelánea N° 89: 139-141.
- [23] Torres Duggan, M. (2007). *Calidad de fertilizantes. ¿Cuáles son las principales propiedades y atributos que determinan su valor agronómico*. En: Simposio “Fertilidad 2007”. Bases para el manejo de la nutrición de los cultivos y los suelos. Internacional Plant Nutrition Institute (IPNI) y Fertilizar Asociación Civil. García, F y Ciampiti, I. Editores. 160 pp.
- [24] Echeverría, n. F. San Martín y r. Bergonzi, (2009), unidad integrada eea inta balcarce-fca-unmp. Cc 276 (7620) balcarce, ciencia del suelo, *métodos rápidos de estimación de nitrógeno potencialmente mineralizable en suelos*, http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_18n1/echeverria_9-16.pdf, diciembre 2010.

- [25] Harrison John Arthur, ciencias de la tierra, El Ciclo del Nitrógeno : De Microbios y de Hombres,"http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?mid=98&l=s, Julio 2011.
- [26] Torres Duggan, M. (2007), *Calidad de fertilizantes. ¿Cuáles son las principales propiedades y atributos que determinan su valor agronómico*. En: Simposio “Fertilidad 2007”. Bases para el manejo de la nutrición de los cultivos y los suelos. Internacional Plant Nutrition Institute (IPNI) y Fertilizar Asociación Civil. García, F y Ciampiti, I. Editores. 160 pp.
- [27] [28] Ibáñez Juan José, Nitrógeno Incorporado al Suelo Vía Fertilizantes y Aportes Atmosféricos: Ciclo de los Nutrientes en los Agroecosistemas Secuencia del absorción del nitrógeno en plantas (Gentileza J. Hassell, Agrotain, USA., <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/04/01/87993>, diciembre 2010.
- [29] Harrison John Arthur, ciencias de la tierra, El Ciclo del Nitrógeno : De Microbios y de Hombres,"http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?mid=98&l=s, mayo 2011.
- [30] Lomelí R. I.Q. y Tamayo O, Formas de nitrógeno en el suelo, Autores: Biól, <http://www.sagan-gea.org/hojaredsuelo/paginas/11hoja.html>, 2011.

- [31] Harrison John Arthur, ciencias de la tierra, El Ciclo del Nitrógeno: De Microbios y de Hombres,"http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?mid=98&l=s, mayo 2011.
- [32] López Ritas y López Melida, (1978), *El diagnostico de suelos y plantas, Métodos de campo y laboratorio*, 3ra edición, Ediciones mundi-prensa, Paginas: 89, 94, 95, 96
- [33] [34] Thompson Louis M., (1988), El suelo y su fertilidad, Tercera edición, Editorial Reverté, S.A.
- [35] Torres Duggan, M. (2007), *Calidad de fertilizantes. ¿Cuáles son las principales propiedades y atributos que determinan su valor agronómico*. En: Simposio “Fertilidad 2007”. Bases para el manejo de la nutrición de los cultivos y los suelos. Internacional Plant Nutrition Institute (IPNI) y Fertilizar Asociación Civil. García, F y Ciampiti, I. Editores. 160 pp.
- [36] Jackson M.L, (1970), Libro Análisis Químico de suelos, Traducido José Beltrán Martínez, Editorial Omega, S.A Barcelona, Edición 2da.
- [37] [38] López Ritas y López Melida, (1978), *El diagnostico de suelos y plantas, Métodos de campo y laboratorio*, 3ra edición, Ediciones mundi-prensa, Paginas: 89, 94, 95, 96.

- [39] IPNI. Fertilizar Asociación Civil. Simposio “Fertilidad 2009”. Nuevo Método para Diagnosticar Fertilización Nitrogenada. Disponible en http://www.fertilizar.org.ar/vertext.php?id_nota=81&area=8, febrero 2010.
- [40] Hoefft, R. G., E. D. Nafziger, L. C. Gonzini, T. K. Lehman, M. Ruffo and A. Gulso. (2005), *Illinois Soil N Test: Temporal and spatial variation and prediction of nitrogen response*. In: Hoefft, R. R. (ed.). Illinois Fertilizer Conf. Proc. 2005.
- [41][44] Alvarado, S., Córdova, J. y López, M. 2000. Metodologías de Análisis Físico Químico de Suelos, Aguas y Foliare. 3ra Aproximación. Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. INIAP. Quito, Ecuador.

ANEXOS

Anexo. 1. Curva de calibración para Determinación de Nitratos

CURVA DE CALIBRACIÓN

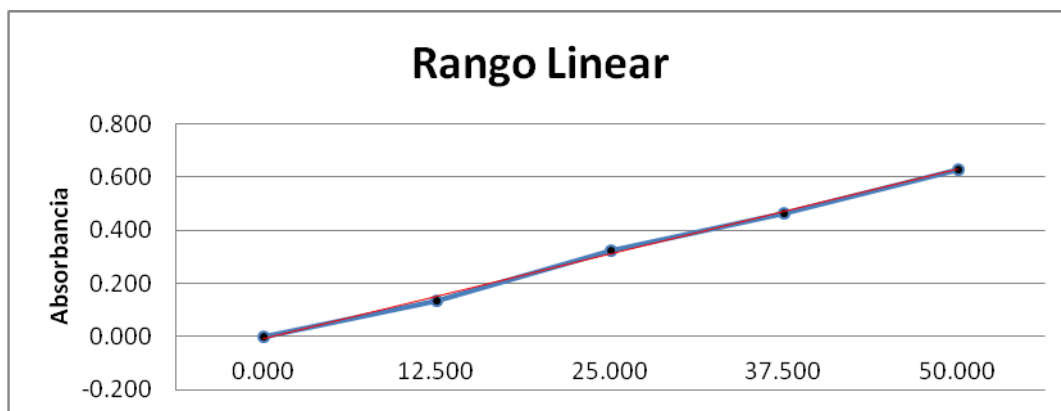
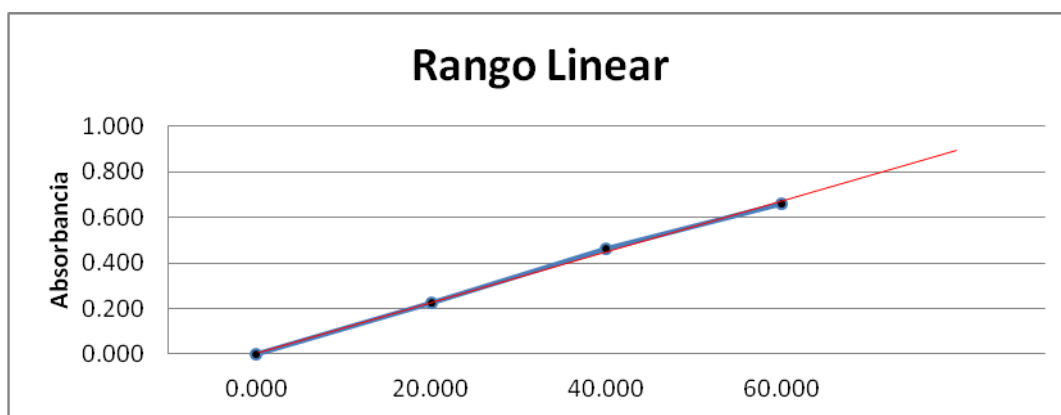
Absorbancia	Concentración(ppm)
0.000	0.000
0.134	12.500
0.322	25.000
0.465	37.500
0.631	50.000

$$y = ax + b$$

$$A: 78.3077 \quad A: 90.0134$$

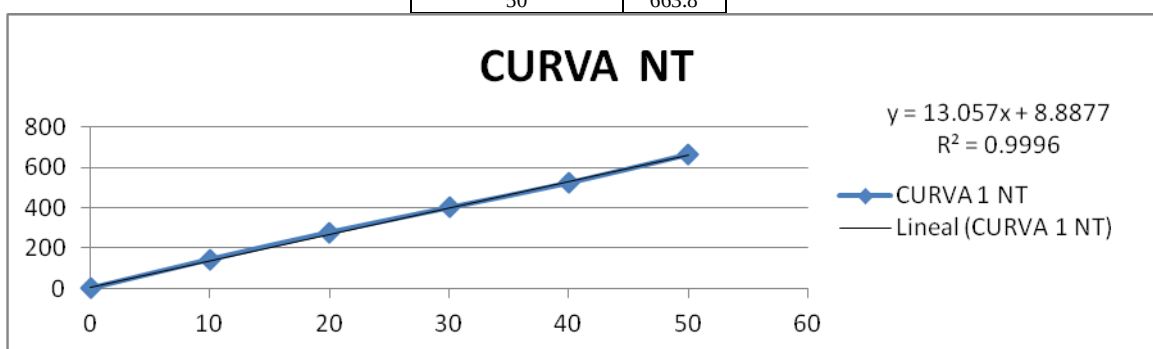
$$B: 0.6933 \quad B: -0.4020$$

$$r: 0.9990 \quad r: 0.9993$$

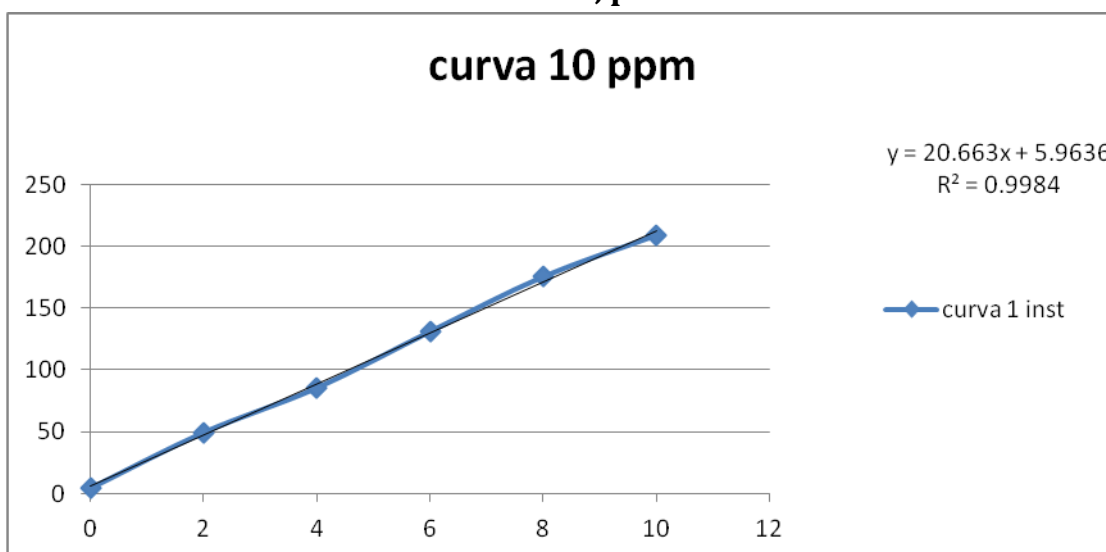


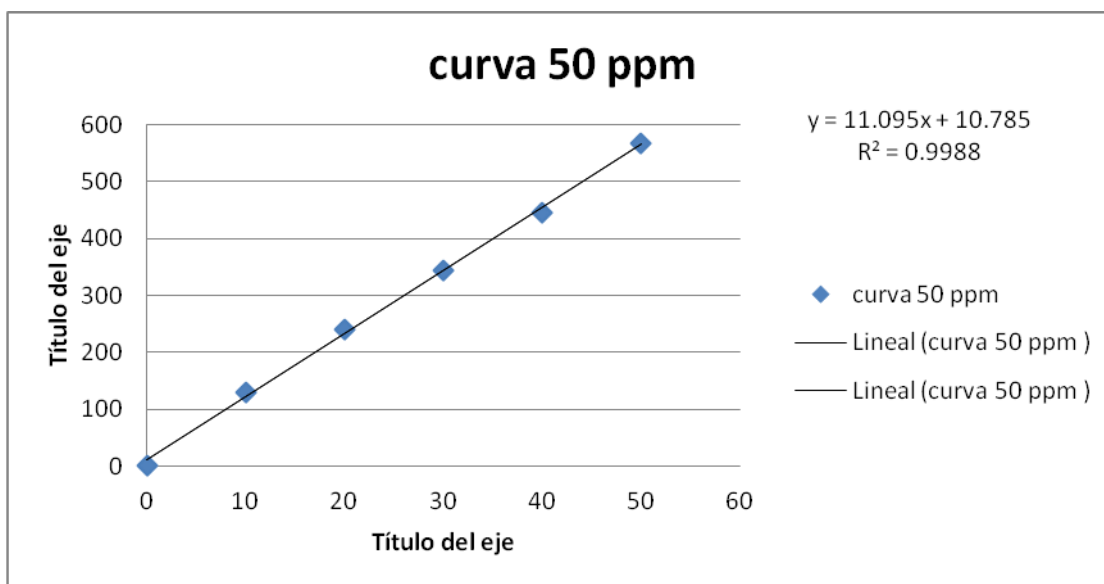
Anexo 2.- Curva de Calibración para la Determinación de Nitrógeno Total en TOC-NT

CONCENTRACIÓN (ppm)	AREA EQUIPO
0	1.131
10	144.8
20	278.5
30	400.7
40	522.9
50	663.8



Anexo 3. Curva de Calibración de Determinación de Nitrógeno mineralizable, por el Método INST.





Anexo 4. Fotografías

Fotografía 1.-. Medición de Índice de Verdor y Clorofila, en cultivo de Maíz



Fotografía 2. Medición de Altura de la planta de maíz.



Fotografía 3. Aporte de Nitrógeno, utilizando Urea



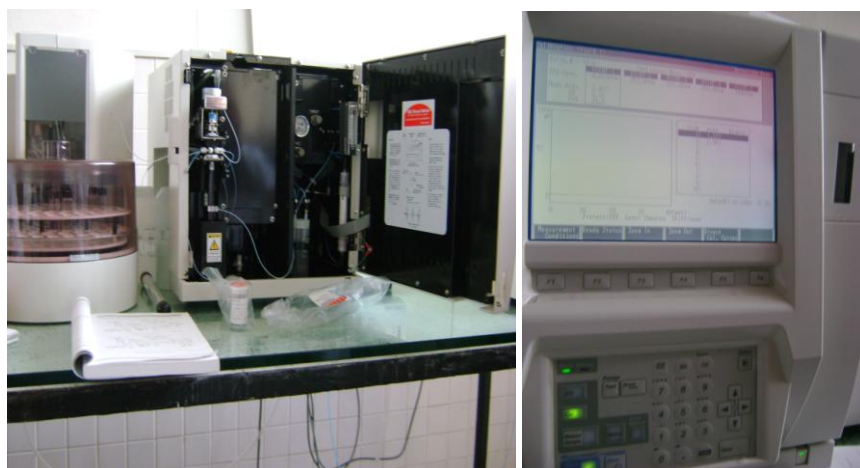
Fotografía 4. Instalación del cultivo de maíz



Fotografía 5. Muestreo de Suelo



Fotografía 6. Analizador TOC-NT



ANEXO 5. Resultados obtenidos en el analizador TOC-NT

CALIBRATION CURVE : TN0 6-POINTS
 [CONDITION]
 CATALYST : C/N
 INJECTION VOLUME : 80 μ L
 DILUTION RATE : 1
 SPARGE TIME : 0.0 min
 ACID RATIO : 0.0 %
 NO OF WASHES : 2
 [DATA]

STD	(ORG / DL)	AREA	SD	CV %
0.000PPM	(0.000/1.00)	1.332	0.36	26.9
2.000PPM	(2.000/1.00)	36.42	0.69	1.89
4.000PPM	(4.000/1.00)	73.56	1.18	1.49
6.000PPM	(6.000/1.00)	119.8	3.18	2.68
8.000PPM	(8.000/1.00)	156.1	1.00	0.64
10.00PPM	(10.00/1.00)	194.7	1.52	0.78

 PROTECT : ON
 CAL CURVE FORM : LINEAR REGRESSION
 SHIFT OPTION : OFF
 R^2 : 0.9990
 DATE : 08(AUG)-03-2009

CALIBRATION CURVE : TN1 6-POINTS
 [CONDITION]
 CATALYST : C/N
 INJECTION VOLUME : 80 μ L
 DILUTION RATE : 1
 SPARGE TIME : 0.0 min
 ACID RATIO : 0.0 %
 NO OF WASHES : 2
 [DATA]

STD	(ORG / DL)	AREA	SD	CV %
0.000PPM	(0.000/1.00)	1.554	0.22	14.0
10.00PPM	(10.00/1.00)	129.0	2.00	1.55
20.00PPM	(20.00/1.00)	240.9	1.94	0.81
30.00PPM	(30.00/1.00)	343.7	5.71	1.66
40.00PPM	(40.00/1.00)	446.9	4.56	1.02
50.00PPM	(50.00/1.00)	566.9	6.11	1.08

 PROTECT : ON
 CAL CURVE FORM : LINEAR REGRESSION
 SHIFT OPTION : OFF
 R^2 : 0.9988
 DATE : 09(SEP)-17-2009

CALIBRATION CURVE : TN2 6-POINTS
 [CONDITION]
 CATALYST : C/N
 INJECTION VOLUME : 80 μ L
 DILUTION RATE : 1
 SPARGE TIME : 0.0 min
 ACID RATIO : 0.0 %
 NO OF WASHES : 2
 [DATA]

STD	(ORG / DL)	AREA	SD	CV %
0.000PPM	(0.000/1.00)	2.614	0.21	8.15
10.00PPM	(10.00/1.00)	141.4	1.55	1.10
20.00PPM	(20.00/1.00)	262.0	1.00	0.41
30.00PPM	(30.00/1.00)	377.6	4.66	1.23
40.00PPM	(40.00/1.00)	482.3	0.75	1.32
50.00PPM	(50.00/1.00)	600.7	1.93	0.32

 PROTECT : ON
 CAL CURVE FORM : LINEAR REGRESSION
 SHIFT OPTION : OFF
 R^2 : 0.9981
 DATE : 09(SEP)-11-2009

CALIBRATION CURVE : TN3 4-POINTS
 [CONDITION]
 CATALYST : C/N
 INJECTION VOLUME : 80 μ L
 DILUTION RATE : 1
 SPARGE TIME : 0.0 min
 ACID RATIO : 0.0 %
 NO OF WASHES : 2
 [DATA]

STD	(ORG / DL)	AREA	SD	CV %
0.000PPM	(0.000/1.00)	7.675	1.30	16.9
25.00PPM	(25.00/1.00)	422.8	6.14	1.45
50.00PPM	(50.00/1.00)	674.0	10.1	1.50
75.00PPM	(75.00/1.00)	971.6	22.7	2.33

 PROTECT : OFF
 CAL CURVE FORM : LINEAR REGRESSION
 SHIFT OPTION : SHIFT TO ORIGIN
 R^2 : 0.9887
 DATE : 03(MAR)-23-2010

48

CALIBRATION CURVE : TN4 5-POINTS
 [CONDITION]
 CATALYST : C/N
 INJECTION VOLUME : 80 μ L
 DILUTION RATE : 1
 SPARGE TIME : 0.0 min
 ACID RATIO : 0.0 %
 NO OF WASHES : 2
 [DATA]

STD	(ORG / DL)	AREA	SD	CV %
0.000PPM	(0.000/1.00)	9.221	0.33	3.59
25.00PPM	(25.00/1.00)	388.5	4.46	1.15
50.00PPM	(50.00/1.00)	693.5	6.44	0.93
75.00PPM	(75.00/1.00)	1027	12.3	1.20
100.00PPM	(100.0/1.00)	1311	12.5	0.95

 PROTECT : ON
 CAL CURVE FORM : LINEAR REGRESSION
 SHIFT OPTION : OFF
 R² : 0.9977
 DATE : 18(OCT)-22-2009

CALIBRATION CURVE : TN5 6-POINTS
 [CONDITION]
 CATALYST : C/N
 INJECTION VOLUME : 80 μ L
 DILUTION RATE : 1
 SPARGE TIME : 0.0 min
 ACID RATIO : 0.0 %
 NO OF WASHES : 2
 [DATA]

STD	(ORG / DL)	AREA	SD	CV %
0.000PPM	(0.000/1.00)	2.826	0.23	8.21
10.00PPM	(10.00/1.00)	148.5	2.29	1.48
20.00PPM	(20.00/1.00)	268.8	4.84	1.80
30.00PPM	(30.00/1.00)	375.9	5.33	1.42
40.00PPM	(40.00/1.00)	476.8	8.24	1.73
50.00PPM	(50.00/1.00)	575.2	8.16	1.42

 PROTECT : ON
 CAL CURVE FORM : LINEAR REGRESSION
 SHIFT OPTION : OFF
 R² : 0.9943
 DATE : 03(MAR)-19-2010

CALIBRATION CURVE : TN6 6-POINTS
 [CONDITION]
 CATALYST : C/N
 INJECTION VOLUME : 80 μ L
 DILUTION RATE : 1
 SPARGE TIME : 0.0 min
 ACID RATIO : 0.0 %
 NO OF WASHES : 2
 [DATA]

STD	(ORG / DL)	AREA	SD	CV %
0.000PPM	(0.000/1.00)	7.889	1.93	24.5
5.000PPM	(5.000/1.00)	124.6	1.37	1.10
10.00PPM	(10.00/1.00)	233.4	2.65	1.14
15.00PPM	(15.00/1.00)	337.7	2.50	0.74
20.00PPM	(20.00/1.00)	434.2	9.15	2.11
25.00PPM	(25.00/1.00)	531.1	4.28	0.79

 PROTECT : ON
 CAL CURVE FORM : LINEAR REGRESSION
 SHIFT OPTION : OFF
 R² : 0.9986
 DATE : 09(SEP)-09-2009

CALIBRATION CURVE : TN7 6-POINTS
 [CONDITION]
 CATALYST : C/N
 INJECTION VOLUME : 80 μ L
 DILUTION RATE : 1
 SPARGE TIME : 0.0 min
 ACID RATIO : 0.0 %
 NO OF WASHES : 2
 [DATA]

STD	(ORG / DL)	AREA	SD	CV %
0.000PPM	(0.000/1.00)	7.479	0.36	4.79
5.000PPM	(5.000/1.00)	121.2	1.11	0.91
10.00PPM	(10.00/1.00)	232.3	1.57	0.72
15.00PPM	(15.00/1.00)	333.0	1.31	0.39
20.00PPM	(20.00/1.00)	432.6	3.12	1.18
25.00PPM	(25.00/1.00)	528.0	4.32	0.82

 PROTECT : ON
 CAL CURVE FORM : LINEAR REGRESSION
 SHIFT OPTION : OFF
 R² : 0.9988
 DATE : 09(SEP)-10-2009

CALIBRATION CURVE : TN8 5-POINTS
 [CONDITION]
 CATALYST : C/N
 INJECTION VOLUME : 80 uL
 DILUTION RATE : 1
 SPARGE TIME : 0.0 min
 ACID RATIO : 0.0 %
 NO OF WASHES : 2
 [DATA]
 STD (ORG / DL) AREA SD CV %
 0.000PPM (0.000/1.00) 6.117 0.54 3.79
 10.00PPM (10.00/1.00) 232.3 3.10 1.33
 20.00PPM (20.00/1.00) 432.7 6.66 1.54
 30.00PPM (30.00/1.00) 638.3 6.05 0.95
 40.00PPM (40.00/1.00) 816.5 11.4 1.39
 50.00PPM (50.00/1.00) 931.9 21.2 2.27
 PROTECT : ON
 CAL CURVE FORM : POINT TO POINT
 SHIFT OPTION : OFF
 R^2 : -----
 DATE : 03(MAR)-22-2010

98

CALIBRATION CURVE : TN9 6-POINTS
 [CONDITION]
 CATALYST : C/N
 INJECTION VOLUME : 80 uL
 DILUTION RATE : 1
 SPARGE TIME : 0.0 min
 ACID RATIO : 0.0 %
 NO OF WASHES : 2
 [DATA]
 STD (ORG / DL) AREA SD CV %
 0.000PPM (0.000/1.00) 1.131 0.08 6.69
 10.00PPM (10.00/1.00) 144.8 1.59 1.10
 20.00PPM (20.00/1.00) 279.5 1.94 0.70
 30.00PPM (30.00/1.00) 400.7 3.12 0.78
 40.00PPM (40.00/1.00) 522.9 5.12 0.98
 50.00PPM (50.00/1.00) 663.8 9.12 1.37
 PROTECT : ON
 CAL CURVE FORM : LINEAR REGRESSION
 SHIFT OPTION : OFF
 R^2 : 0.9992
 DATE : 09(SEP)-17-2009

POWER OFF 03(MAR)-31-2010 05:30

POWER ON 03(MAR)-31-2010 08:40

DATA REPORT

DATE 03(MAR)-31-2010 08:59
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-25-2010 20:19 VIAL: 14
 TN : 1.263 PPM
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-25-2010 20:39 VIAL: 15
 TN : 1.904 PPM
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-25-2010 20:58 VIAL: 16
 TN : 1.200 PPM
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-25-2010 21:13 VIAL: 17
 TN : 1.312 PPM
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-25-2010 21:32 VIAL: 18
 TN : 1.216 PPM
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-25-2010 21:47 VIAL: 19
 TN : 1.243 PPM
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-25-2010 22:02 VIAL: 20
 TN : 1.368 PPM
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-25-2010 22:21 VIAL: 21
 TN : 1.346 PPM
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-25-2010 22:41 VIAL: 22
 TN : 1.647 PPM
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-25-2010 22:52 VIAL: 23
 TN : 1.262 PPM

CHART 630-08913

LADZU CORPORATION

SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-25-2010 23:06 VIAL: 24
 TN : 1.231 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-25-2010 23:18 VIAL: 25
 TN : 1.441 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-25-2010 23:29 VIAL: 26
 TN : 1.455 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-25-2010 23:45 VIAL: 27
 TN : 1.245 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 00:03 VIAL: 28
 TN : 1.554 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 00:14 VIAL: 29
 TN : 1.173 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 00:30 VIAL: 30
 TN : 1.276 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 00:45 VIAL: 31
 TN : 1.237 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 01:00 VIAL: 32
 TN : 1.290 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 01:19 VIAL: 33
 TN : 1.330 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 01:34 VIAL: 34
 TN : 1.218 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 01:49 VIAL: 35
 TN : 1.366 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 02:04 VIAL: 36
 TN : 1.322 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 02:15 VIAL: 37
 TN : 1.347 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 02:31 VIAL: 38
 TN : 2.394 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 02:47 VIAL: 39
 TN : 1.520 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 03:02 VIAL: 40
 TN : 1.077 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 03:10 VIAL: 41
 TN : 2.598 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 03:30 VIAL: 42
 TN : 2.037 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 03:50 VIAL: 43
 TN : 2.871 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 04:03 VIAL: 44
 TN : 4.098 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 04:14 VIAL: 45
 TN : 2.105 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 04:26 VIAL: 46
 TN : 2.328 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 04:40 VIAL: 47
 TN : 5.523 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 05:00 VIAL: 48
 TN : 1.453 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 05:11 VIAL: 49
 TN : 1.334 ppm
 SAMPLE NAME : INRT.57-141
 DATE: 03(MAR)-26-2010 05:26 VIAL: 50
 TN : 0.127 ppm
 SAMPLE NAME : INT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 13:05 VIAL: 1
 TN : 2.267 ppm
 SAMPLE NAME : INT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 13:22 VIAL: 2
 TN : 16.00 ppm
 SAMPLE NAME : INT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 13:33 VIAL: 3
 TN : 16.21 ppm
 SAMPLE NAME : INT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 13:48 VIAL: 4
 TN : 15.16 ppm
 SAMPLE NAME : INT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 14:00 VIAL: 5
 TN : 15.71 ppm

S8

SHW

CHART 630-08913

ADJU CORPORATION

SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 14:22 VIAL: 6
 TN : 15.97 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 14:39 VIAL: 7
 TN : 13.53 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 14:51 VIAL: 8
 TN : 14.16 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 15:14 VIAL: 9
 TN : 14.83 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 15:31 VIAL: 10
 TN : 16.24 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 15:49 VIAL: 11
 TN : 13.81 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 16:02 VIAL: 12
 TN : 16.53 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 16:15 VIAL: 13
 TN : 15.12 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 16:27 VIAL: 14
 TN : 15.42 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 16:50 VIAL: 15
 TN : 15.04 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 17:02 VIAL: 16
 TN : 14.81 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 17:15 VIAL: 17
 TN : 15.23 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 17:28 VIAL: 18
 TN : 14.71 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 17:45 VIAL: 19
 TN : 14.86 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 17:58 VIAL: 20
 TN : 14.22 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 18:10 VIAL: 21
 TN : 15.27 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 18:24 VIAL: 22
 TN : 14.76 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 18:36 VIAL: 23
 TN : 13.19 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 18:49 VIAL: 24
 TN : 13.11 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 19:11 VIAL: 25
 TN : 15.69 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 19:28 VIAL: 26
 TN : 14.66 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 19:41 VIAL: 27
 TN : 15.56 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 19:54 VIAL: 28
 TN : 15.99 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 20:16 VIAL: 29
 TN : 15.81 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 20:29 VIAL: 30
 TN : 18.03 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 20:46 VIAL: 31
 TN : 14.94 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 21:04 VIAL: 32
 TN : 15.76 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 21:26 VIAL: 33
 TN : 17.57 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 21:39 VIAL: 34
 TN : 16.38 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 21:52 VIAL: 35
 TN : 17.06 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 22:05 VIAL: 36
 TN : 20.79 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 22:26 VIAL: 37
 TN : 15.82 PPM

78

CHART 630-08913
 32U CORPORATION

SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 22:39 VIAL: 38
 TN : 15.44 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 23:01 VIAL: 39
 TN : 15.50 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 23:14 VIAL: 40
 TN : 14.94 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 23:36 VIAL: 41
 TN : 15.40 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-26-2010 23:49 VIAL: 42
 TN : 15.81 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-27-2010 00:11 VIAL: 43
 TN : 14.98 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-27-2010 00:28 VIAL: 44
 TN : 15.36 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-27-2010 00:46 VIAL: 45
 TN : 15.19 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-27-2010 00:50 VIAL: 46
 TN : 13.65 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-27-2010 01:11 VIAL: 47
 TN : 14.38 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-27-2010 01:23 VIAL: 48
 TN : 13.69 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-27-2010 01:50 VIAL: 49
 TN : 15.26 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-27-2010 02:08 VIAL: 50
 TN : 14.40 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-27-2010 02:20 VIAL: 51
 TN : 14.78 PPM
 SAMPLE NAME :NT 102-151
 DATE: 03(MAR)-27-2010 02:35 VIAL: 52
 TN : -2.062 PPM
 SAMPLE NAME :PRUEBA
 DATE: 03(MAR)-29-2010 11:04 VIAL: 8
 S-TC: 9.585 %
 SAMPLE NAME :P2
 DATE: 03(MAR)-29-2010 11:13 VIAL: 8
 S-TC: 9.582 %
 SAMPLE NAME :P3
 DATE: 03(MAR)-29-2010 11:19 VIAL: 8
 S-TC: 9.186 %
 SAMPLE NAME :P4
 DATE: 03(MAR)-29-2010 11:29 VIAL: 8
 S-TC: 2.107 %
 SAMPLE NAME :P5
 DATE: 03(MAR)-29-2010 11:37 VIAL: 8
 S-TC: 5.792 %
 SAMPLE NAME :P6
 DATE: 03(MAR)-29-2010 11:46 VIAL: 8
 S-TC: 5.556 %
 SAMPLE NAME :P7
 DATE: 03(MAR)-29-2010 11:53 VIAL: 8
 S-TC: 1.003 %
 SAMPLE NAME :P8
 DATE: 03(MAR)-29-2010 12:00 VIAL: 8
 S-TC: 0.956 %
 SAMPLE NAME :P9
 DATE: 03(MAR)-29-2010 12:08 VIAL: 8
 S-TC: 0.963 %
 SAMPLE NAME :INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 16:23 VIAL: 1
 TN : 0.220 PPM
 SAMPLE NAME :INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 16:43 VIAL: 2
 TN : 1.384 PPM
 SAMPLE NAME :INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 16:59 VIAL: 3
 TN : 1.303 PPM
 SAMPLE NAME :INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 17:13 VIAL: 4
 TN : 1.145 PPM
 SAMPLE NAME :INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 17:25 VIAL: 5
 TN : 1.497 PPM
 SAMPLE NAME :INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 17:45 VIAL: 6
 TN : 1.128 PPM
 SAMPLE NAME :INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 18:06 VIAL: 7
 TN : 1.791 PPM
 SAMPLE NAME :INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 18:26 VIAL: 8
 TN : 1.355 PPM

SHIMADZU

CHART 630-00913

LU CORPORATION

88

SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 18:41 VIAL: 9
 TN : 1.540 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 18:53 VIAL: 10
 TN : 1.221 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 19:24 VIAL: 11
 TN : 1.479 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 19:16 VIAL: 12
 TN : 1.627 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 19:35 VIAL: 13
 TN : 1.439 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 19:47 VIAL: 14
 TN : 1.421 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 19:58 VIAL: 15
 TN : 1.42 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 20:13 VIAL: 16
 TN : 1.167 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 20:33 VIAL: 17
 TN : 1.686 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 20:48 VIAL: 18
 TN : 1.231 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 21:00 VIAL: 19
 TN : 1.495 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 21:11 VIAL: 20
 TN : 1.335 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 21:23 VIAL: 21
 TN : 1.060 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 21:34 VIAL: 22
 TN : 1.224 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 21:50 VIAL: 23
 TN : 1.112 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 22:05 VIAL: 24
 TN : 1.218 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 22:16 VIAL: 25
 TN : 1.094 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 22:27 VIAL: 26
 TN : 1.543 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 22:42 VIAL: 27
 TN : 1.380 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 22:58 VIAL: 28
 TN : 1.486 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 23:10 VIAL: 29
 TN : 1.437 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 23:21 VIAL: 30
 TN : 1.297 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 23:37 VIAL: 31
 TN : 1.579 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 23:48 VIAL: 32
 TN : 1.465 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-29-2010 23:59 VIAL: 33
 TN : 1.315 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 00:11 VIAL: 34
 TN : 1.443 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 00:23 VIAL: 35
 TN : 1.550 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 00:39 VIAL: 36
 TN : 1.493 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 00:50 VIAL: 37
 TN : 1.381 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 01:06 VIAL: 38
 TN : 1.376 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 01:17 VIAL: 39
 TN : 1.358 PPM

SHIMADZU

CHART 630-08913

DEPORATION

SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 01:56 VIAL: 40
 TN : 0.839 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 01:55 VIAL: 41
 TN : 1.606 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 02:11 VIAL: 42
 TN : 1.568 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 02:23 VIAL: 43
 TN : 2.136 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 02:35 VIAL: 44
 TN : 1.420 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 02:53 VIAL: 45
 TN : 1.090 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 03:12 VIAL: 46
 TN : 1.777 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 03:23 VIAL: 47
 TN : 1.219 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 03:35 VIAL: 48
 TN : 1.406 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 03:46 VIAL: 49
 TN : 1.365 PPM
 SAMPLE NAME : INST.142-190
 DATE: 03(MAR)-30-2010 04:01 VIAL: 50
 TN : 0.124 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 16:08 VIAL: 1
 TN : 2.105 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 16:24 VIAL: 2
 TN : 1.392 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 16:41 VIAL: 3
 TN : 14.91 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 16:53 VIAL: 4
 TN : 9.772 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 17:11 VIAL: 5
 TN : 14.61 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 17:24 VIAL: 6
 TN : 1.42 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 17:37 VIAL: 7
 TN : 13.07 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 17:49 VIAL: 8
 TN : 12.20 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 18:07 VIAL: 9
 TN : 14.34 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 18:24 VIAL: 10
 TN : 12.99 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 18:42 VIAL: 11
 TN : 14.17 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 18:55 VIAL: 12
 TN : 15.37 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 19:12 VIAL: 13
 TN : 15.54 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 19:25 VIAL: 14
 TN : 11.72 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 19:42 VIAL: 15
 TN : 12.44 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 20:00 VIAL: 16
 TN : 13.74 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 20:17 VIAL: 17
 TN : 11.75 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 20:29 VIAL: 18
 TN : 11.16 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 20:47 VIAL: 19
 TN : 13.35 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 21:05 VIAL: 20
 TN : 14.43 PPM
 SAMPLE NAME : INT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 21:26 VIAL: 21
 TN : 16.28 PPM

SHWADU C

CHART 630-08913

RFCEATION

SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 21:40 VIAL: 22
 TN : 14.79 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 21:53 VIAL: 23
 TN : 13.54 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 22:05 VIAL: 24
 TN : 14.32 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 22:20 VIAL: 25
 TN : 15.62 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 22:40 VIAL: 26
 TN : 16.18 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 22:58 VIAL: 27
 TN : 16.29 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 23:20 VIAL: 28
 TN : 15.32 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 23:33 VIAL: 29
 TN : 13.45 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 23:45 VIAL: 30
 TN : 15.82 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-30-2010 23:58 VIAL: 31
 TN : 15.63 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 00:12 VIAL: 32
 TN : 16.38 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 00:30 VIAL: 33
 TN : 16.96 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 00:42 VIAL: 34
 TN : 17.04 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 01:00 VIAL: 35
 TN : 14.66 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 01:12 VIAL: 36
 TN : 13.47 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 01:25 VIAL: 37
 TN : 15.10 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 01:43 VIAL: 38
 TN : 14.23 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 02:00 VIAL: 39
 TN : 12.41 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 02:13 VIAL: 40
 TN : 14.29 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 02:30 VIAL: 41
 TN : 13.72 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 02:43 VIAL: 42
 TN : 17.01 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 03:00 VIAL: 43
 TN : 12.27 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 03:17 VIAL: 44
 TN : 9.498 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 03:30 VIAL: 45
 TN : 12.99 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 03:43 VIAL: 46
 TN : 13.61 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 03:55 VIAL: 47
 TN : 12.21 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 04:08 VIAL: 48
 TN : 12.61 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 04:21 VIAL: 49
 TN : 16.00 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 04:34 VIAL: 50
 TN : 12.96 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 04:51 VIAL: 51
 TN : 12.83 PPM
 SAMPLE NAME :NT.152-201
 DATE: 03(MAR)-31-2010 05:06 VIAL: 52
 TN : 2.008 PPM

SHIMADZU

FORATION CHART 630-08913

PARA GRADOS ACADÉMICOS DE LICENCIADOS (TERCER NIVEL)

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Yadira Elizabeth Flores Pazmiño, CI. 1721029369 autor del trabajo de graduación intitulado: “Evaluación de tres métodos analíticos para determinar la disponibilidad de nitrógeno en el suelo y su correlación con el índice de verdor y clorofila en el maíz”, previa a la obtención del grado académico de LICENCIADA EN CIENCIAS QUÍMICAS, ESPECIALIZACIÓN EN QUÍMICA ANALÍTICA en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales:

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENECYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, 11 de diciembre de 2012

Señorita, Elizabeth Flores Pazmiño

C.I. 1721029369